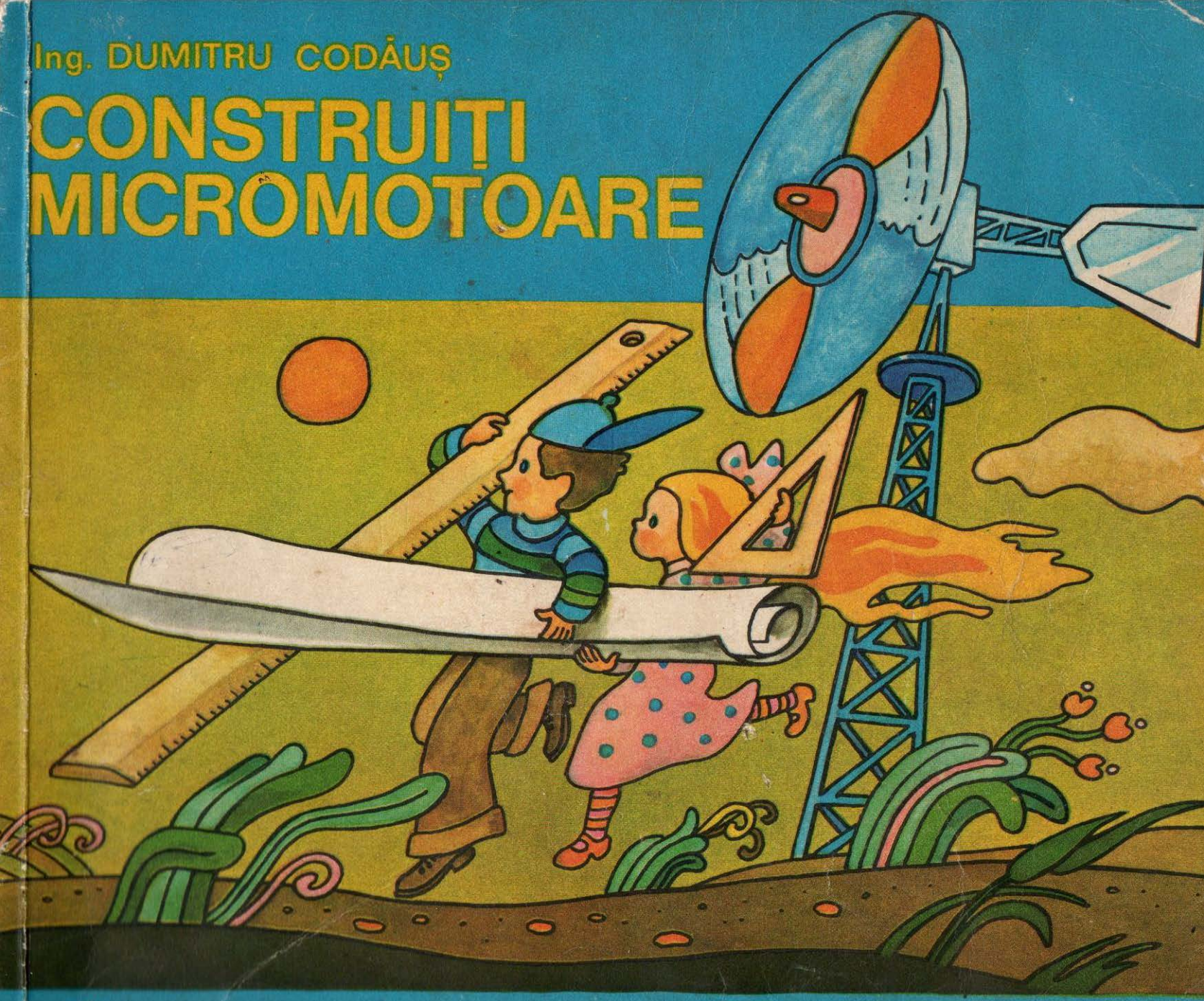
Ing. DUMITRU CODĂUȘ

CONSTRUIȚI MICROMOTOARE



EDITURA ION CREANGĂ

C 60

Ing. DUMITRU CODĂUŞ

REV. 06

CONSTRUIŢI MICROMOTOARE

220836

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINŢI Filiala Dumărea

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINŢI Filiala Sohela

EDITURA ION CREANGĂ — BUCUREŞTI, 1980

CUVÎNT ÎNAINTE

Cartea de față are un caracter practic. Ea urmărește să prezinte diferitele surse de energie capabile să acționeze tot felul de motoare, începînd de la cele cu greutăți și arcuri, roți și turbine hidraulice, continuînd cu motoare eoliene, termice, turbine cu abur, agregate electrice, motoare cu ardere internă sau cu reacție și pînă la motoarele solare.

În cuprinsul lucrării se dau noțiunile strict necesare de mecanică și electricitate, metode simple de calcul și construcție a diferitelor tipuri de micromotoare funcționale.

Ideea prezentei cărți a izvorît din dorința de a pune la îndemîna tinerilor un material de studiu comparativ a tot felul de micromotoare și implicit cunoașterea și posibilitățile de folosință a diferitelor forme de energie.

În acest scop au fost selectate din literatura de specialitate experiențe și construcții clasice legate de programa școlară pentru a ajuta pe cititori să aprofundeze și să învețe să aplice noțiunile de bază din fizică.

Cum în viitor se tinde la utilizarea tot mai intensă a energiei cinetice și potențiale naturale furnizată de apă și de vînt, prin transformarea acesteia în energie electrică, tinerii, viitori tehnicieni constructori, sînt îndrumați să se preocupe din timp de punerea în valoare a acestor surse de energie gratuite, care contribuie la reducerea consumului combustibilului convențional — lemnul, cărbunele, petrolul, gazele naturale — ale cărui rezerve trebuie gospodărite cu grijă.

Construcția unui agregat electrohidraulic sau electroeolian de mică putere devine simplă și utilă, fără a necesita cheltuieli mari.

Prin conținutul său accesibil, cartea urmărește dezvoltarea spiritului creator și stimularea imaginației, știut fiind că tinerii constructori nu se dau înapoi din fața unei activități interesante, oricît de grea ar fi ea, dacă sînt îndrumați și stimulați. Dar amatorii care nu cunosc relația dintre fenomenele care stau la baza construcțiilor ce întreprind nu vor putea să atingă țelul urmărit, pierzînd timp și efort.

Chiar amuzamentele și jucăriile trebuie să aibă un scop bine definit.

Tehnica nu stă nici o clipă pe loc. Nimic nu este desăvîrșit și totul poate fi îmbunătățit. Ea cere noi înfăptuiri, noi transformări, noi in-

venții, iar tinerii din țara noastră dovedesc multă pasiune pentru tot ce este nou.

Prezenta lucrare va încerca să arate prin experiențe și construcții practice care este corelația dintre forțele, respectiv energiile naturale și modul lor de folosire cel mai avantajos, urmînd ca tinerii constructori să aducă îmbunătățiri sistemelor tehnice de transformare a energiei dintr-o formă în alta.

AUTORUL

ENERGIE = PROGRES

Ce este energia?

Progresul înseamnă energie, cît mai multă energie. Ea joacă un rol mare în viaţa noastră. Astăzi, pentru omul obişnuit, energia este reprezentată prin lumina electrică, căldura de acasă, tramvaiul, troleibuzul, frigiderul, automobilul etc. Pentru societatea contemporană, problema energiei este mult mai complexă: toate maşinile şi mecanismele lucrează numai datorită faptului că ele folosesc energie. Industria, comerţul, transporturile, comunicaţiile, agricultura şi alte activităţi sînt legate într-un fel sau altul de producţia şi de consumul de energie.

Omul a învăţat, încă de demult, să se folosească de energia mecanică a vîntului şi a căderilor de apă, de energia chimică a combustibilului (cărbune, petrol, gaz) şi de energia electrică. Toate aceste energii se obţin, în fond, din transformarea energiei solare. Încălzind suprafaţa pămîntului, soarele dă naştere vîntului. Evaporînd apa, căldura solară creează ploile, care alimentează rîurile. În cărbune şi în petrol se găseşte înmagazinată căldura solară, absorbită de plantele fosile. Acum, omul, în căutarea de noi surse de energie se îndreaptă către o „civilizaţie solară" prin transformarea naturală a radiaţiilor solare. De cîteva milioane de ani soarele emite, fără o epuizare apreciabilă, o cantitate considerabilă de căldură şi radiaţii luminoase.

Necesităţile energetice ale omenirii împinse de avîntul industrializării şi al tehnicii în plină dezvoltare sînt într-o creştere vertiginoasă. Rezervele clasice de energie (cărbunele, ţiţeiul, gazele naturale) au şi ele o limită, iar pe energia apelor, mareelor, vîntului şi a radiaţiilor solare se poate conta doar într-o anumită măsură.

Se pune întrebarea: de ce această „foame" de energie a omenirii? Deoarece omul, intuind încă din timpuri străvechi că poate să-şi uşureze munca şi s-o facă mai productivă, înlocuind în mare măsură efortul său fizic prin utilizarea energiei din natură, a acţionat continuu în căutarea unor noi surse de energie.

Cu milenii în urmă, unica sursă de energie a strămoşilor noştri era energia musculară proprie folosită la început doar pentru procurarea şi pregătirea hranei, pentru înjghebarea unor condiţii minime de locuit. Cu timpul au fost

domesticite animalele pe care oamenii le-au pus să muncească, mărindu-se astfel rezervele de energie. Este poate una dintre primele descoperiri ale omului.

Mușchii, apa și vîntul au fost, la început, izvoare de energie convenabile. Apoi, de-a lungul istoriei umane, consumul de energie a crescut continuu. De la 2 000 kilocalorii pe zi cît utiliza omul preistoric (sub forma hranei), s-a ajuns în actualul deceniu la peste 230 000 kilocalorii (în forme variate) în țările industrializate.

Ca urmare, notăm faptul că în timp ce energia umană și animală reprezenta 94% din totalul de energie, pînă în anul 1850, ea s-a redus azi la 0,3%. În schimb, raportul s-a inversat în utilizarea celorlalte surse de energie astfel: de la 6% cît era în 1850, azi a crescut la 99,7%. Iată dovada că purtătorii de energie sînt și purtători ai progresului.

Înainte de a prezenta pe scurt avantajele și dezavantajele de utilizare a mai tuturor surselor de energie descoperite pînă azi, să amintim cititorilor mai puțin familiarizați cu noțiunile de mecanică unele probleme fundamentale pentru ușurarea înțelegerii capitolelor următoare.

Cuvîntul *energie,* etimologic vorbind este de origine greacă fiind compus din *en,* care înseamnă „în", și *ergon,* care înseamnă „acțiune"; deci *energie*=în acțiune.

Noțiunea de energie este prezentată în literatura de specialitate și în dicționare ca fiind „capacitatea pe care o posedă un sistem de corpuri de a produce lucru mecanic atunci cînd suferă o transformare dintr-o stare în alta".

Lucrul mecanic, noțiune rezultată din necesitatea omului de a măsura activitatea sa, a mașinilor etc. depinde de mărimea efortului dezvoltat în mușchi și de lungimea drumului în care se manifestă acest efort. Se spune că lucrul mecanic este un mod de transmitere a energiei.

De exemplu, pentru a deplasa o greutate, a tăia un lemn cu ferăstrăul, a învîrti o roată, a pune în mișcare o mașină-unealtă trebuie depus un lucru mecanic executat de o forță. Rezultă că lucrul mecanic este proporțional cu forța și cu deplasarea corpului asupra căruia acționează.

Drept unitate de măsură a lucrului mecanic, este luat în fizică *joule-ul (J).*

Cînd este deplasată o greutate pe pămînt pe o anumită distanță sau cînd este pus în mișcare un strung, aceasta face să se cheltuiască un lucru mecanic motor, folosit în parte pentru învingerea unui lucru mecanic rezistent aparent datorită forțelor de frecare iar restul pentru realizarea unui lucru mecanic util. Ideal ar fi ca să nu existe frecări în asemenea cazuri, deoarece se produc pierderi, dar aceasta nu este posibil.

Rezultă că lucrul mecanic (L) este produsul dintre forța F (newton) și deplasare S (cm).

$$L = F \cdot S \text{ (joule)}.$$

Ergul fiind o unitate de măsură foarte mică, în calculele tehnice se foloseşte o unitate de măsură mai mare pentru lucrul mecanic, numită în SI (Sistemul Internaţional) *joule*. Unitatea joule este definită ca fiind lucrul mecanic efectuat de forţa de un newton, al cărui punct de aplicaţie se deplasează cu 1 m, în direcţia şi sensul forţei.

$$L_{SI} = [F] \cdot [l] = 1\ N \cdot 1\ m = 1\ J \text{ (joule)};$$

$$1\ Kwh = 3{,}6 \cdot 10^6\ J;$$

1 joule $= 10^7$ ergi (unitate MKSA tolerată).

Exerciţiu. Ce lucru mecanic trebuie efectuat pentru a ridica un corp de 100 kg. la înălţimea de 10 m, cu acceleraţia de 0,2m/s²?

Soluţie: $L = ?;\ m = 100\ Kg;\ h = 10\ m;$

$a = 0{,}2\ m/s^2$

Formula lucrului mecanic este $L = F \cdot s \cos \alpha$

În cazul problemei $\alpha = 0^0$ *iar* $\cos \alpha = 1.$

Forţa F necesară pentru ridicarea corpului se compune din două părţi:

— *una din ele* $F_1 = G$ *(greutatea) este necesară pentru echilibrarea greutăţii corpului şi ridicarea lui uniformă;*

— *a doua parte* $F_2 = ma$ *este necesară pentru accelerarea masei corpului. Prin urmare:*

$$F = F_1 + F_2 = G + ma$$

$$F = mg + ma = m(g + a)$$

Lucrul mecanic efectuat va fi: L

$$L = m(g + a)h = 100(9{,}8 + 0{,}2)10 =$$
$$= 10\ 000 \text{ joule}$$

La deplasarea unui corp pe o suprafaţă orizontală nu se efectuează lucru mecanic pentru învingerea greutăţii, deoarece greutatea G a corpului este o forţă perpendiculară pe direcţia deplasării, şi, prin urmare $L = Gs \cos 90° = Gs \cdot 0 = 0$. Se efectuează totuşi un lucru mecanic pentru învingerea forţei de frecare cum este în cazul automobilului, al bicicletei etc.

Trebuie reţinut deci că este o mare deosebire între a ridica 100 kg de cartofi la o înălţime de 10 m şi a căra aceeaşi greutate pe o distanţă de 10 m, într-un cărucior, pe o şosea bună. Dacă s-ar considera corectă formula, Energia = forţă × drum, în ambele cazuri, adică 100 kg × 20 m = 2 000 Kgm, s-ar comite o eroare gravă. Nu este totuna situaţia a ridica un corp cu aceea de a-l deplasa. Tehnica urmăreşte să uşureze lucrul, iar nu să-l suprime, ceea ce practic este imposibil.

Făcînd o recapitulare a noţiunilor discutate mai sus, redăm definiţia unor termeni utilizaţi în prezenta lucrare, pentru a nu se face confuzii în calcule:

masă (M, m) — mărime fizică fundamentală ce caracterizează inerţia corpurilor, ca şi capacitatea lor de a crea cîmpuri gravitaţionale sau de a fi acţionate de astfel de cîmpuri, măsurînd cantitatea de substanţă din care acestea sînt alcătuite.

Se exprimă în kg și în multiplii și submultiplii kilogramului.

spațiu (s) — formă fundamentală de existență a materiei, ce desemnează proprietatea corpurilor de a se extinde în trei direcții perpendiculare, precum și pozițiile lor relative.

timp (t) — formă fundamentală de existență a materiei în mișcare, ce desemnează durata, simultaneitatea și succesiunea proceselor și fenomenelor.

forță ($\vec{F}$) — mărime vectorială exprimînd o acțiune care poate modifica starea de mișcare a unui corp sau îl poate deforma. Se măsoară în newtoni (N): unități tolerate: dină și kilogram forță (kgf = 9,80665 newtoni).

lucru mecanic (L) — mărime care măsoară efectul forțelor, egală cu produsul $\vec{F} \cdot \vec{d}$ (forță × × deplasarea punctului său de aplicație). Se măsoară în jouli (J) și în unitățile tolerate: erg (erg) și kilogram forță — metru (Kg f m).

1 J = 1 N · 1 m = 1 wat secundă

1 kg f · m = 1 kg f · 1 m = 9,80665 jouli

energie (E, W) — mărime ce caracterizează capacitatea unui corp de a acționa, producînd efecte mecanice, calorice, electrice, magnetice, sonore, luminoase, chimice, nucleare etc. Posibilitatea pe care o are un corp de a efectua un anumit lucru mecanic se măsoară în jouli (J) sau în unitățile tolerate: Kilowatt-oră (KWh) Kilogram forță-metru (Kgf.m), erg (erg). electronvolt (ev).

1 KWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ jouli

putere (P) — mărime fizică exprimată prin raportul dintre energia (mecanică, electrică, luminoasă, calorică etc.) furnizată de un sistem fizic și intervalul de timp corespunzător. Se măsoară în wați (W) și în unități tolerate — cai putere (CP). Puterea unui cal „etalon" echivalează cu ridicarea unei greutăți de 75 kg la înălțimea de 1 m, în timp de 1 secundă.

1 CP = 76 kgf — metri/s sau, în Sistemul Internațional (SI),

1 CP = 735,499 wați = 0,736 KW.

Între termenii amintiți mai sus există o serie de relații.

Știind că:

$$1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg} = \frac{1}{9{,}8} \text{ Kgf} \cdot \text{m};$$

rezultă că:

$$1 \text{ W} = 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{s}} = \frac{1}{9{,}8} \frac{\text{Kgf} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 0{,}102 \frac{\text{Kgf} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ KW} = 102 \frac{\text{Kgf} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

1 kWh = 10^3W · 3 600 s = $3{,}6 \cdot 10^6$W · s = $= 3{,}6 \cdot 10^6$ joule (pentru lucru mecanic).

Din formulele care determină lucrul mecanic L și puterea P rezultă că:

$$P = F \cdot s = \frac{L}{t},$$

adică:

$$P = F \cdot \frac{s}{t}$$

dar s/t este viteza v. Prin urmare

$$P = F \cdot v$$

Aşadar, puterea este egală cu produsul dintre forţă şi viteză. *Să studiem un exemplu: cu ce putere lucrează un cal dacă el trage o trăsură cu forţa F = 10 kgf · m iar trăsura se mişcă cu viteza v = 3 m/s?*

$$P = 10 \text{ Kgf} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 30 \frac{\text{Kgf} \cdot \text{m}}{\text{s}} =$$

$$= 30 \cdot 9{,}8 \text{ W} = 294 \text{ W} = 0{,}38 \text{ CP.}$$

Energia mecanică. Se spune în mod obişnuit, despre un om care desfăşoară o activitate intensă că este energic sau că are energie. În mod analog se spune şi despre un corp că posedă energie, dacă este capabil să producă lucru mecanic.

Chiar şi forţa de atracţie în cîmpul gravitaţional al Pămîntului poate produce lucru mecanic.

În mod general, prin energie se înţelege o măsură a mişcării materiei.

Lucrul mecanic este un mod de transmitere a energiei. De aceea energia se măsoară cu aceleaşi unităţi ca şi lucrul mecanic.

Randamentul. De dorit ar fi ca orice maşină să dezvolte atîta putere (energie) cîtă putere (energie) consumă. Dar, cum s-a spus, datorită pierderilor în frecare şi căldură, lucrul mecanic util este totdeauna mai mic decît lucrul mecanic consumat. Calitatea mecanică a unei maşini este dată de randamentul maşinii.

Coeficientul de pierdere face ca acest raport să fie subunitar (de ex. 0,7 sau 70%). Cu cît valoarea raportului η (eta), randamentul, este mai apropiată de unitate, cu atît maşina sau motorul lucrează mai bine, lucrul mecanic util fiind din ce în ce mai mare şi pierderile mai mici.

De exemplu, roata unei mori primeşte de la apa din scoc o putere de 10 000 Kg m/s, dar aceeaşi roată efectuează un lucru mecanic de numai 7 500 Kg m/s. Randamentul va fi:

$$\eta = \frac{\text{L util}}{\text{L consmat}} = \frac{7\,500 \text{ Kgm/s}}{10\,000 \text{ Kgm/s}} = 0{,}75 \text{ (sau } 75\%)$$

Energia potenţială este o formă sub care se prezintă energia mecanică şi numele ei vine de la cuvîntul latinesc *potens* care înseamnă „capabil de ceva".

Energia potenţială este o energie înmagazinată de un corp sau de un sistem de corpuri fără ca să se manifeste în exterior. Prin noţiunea de „sistem de corpuri" se înţelege, de exemplu, aburul închis în cazanul unei locomotive şi mecanismele în care acesta acţionează sau apa zăgăzuită de un baraj împreună cu paletele turbinelor pe care le pune în mişcare.

Un arc încordat, un resort întins, sau comprimat, o greutate aflată la o înălţime oarecare, apa unui lac de acumulare etc. toate aceste corpuri conţin energie potenţială.

Să presupunem, de exemplu, că o greutate de 8 Kgf este ridicată la înălțimea de 2 m. La coborîrea ei se va efectua un lucru mecanic de 8 Kgf×2 m=16 Kgm. Prin urmare, energia ei potențială va fi egală cu 16 Kgm=156,8 jouli.

Prin lucrul mecanic efectuat în scopul întinderii unui arc se transmite acestuia o energie care se înmagazinează în coardă, datorită variației distanțelor dintre particulele ce-l compun și, ca urmare, variază și forțele cu care se interacționează aceste particule. Este vorba deci de o „energie potențială" înmagazinată în coarda arcului (fig. 1) cu ajutorul acțiunii mușchilor mîinii.

Arcul lăsat liber, forțele de interacțiune readuc particulele componente la poziția inițială, iar coarda deformată restituie energia potențială prin efectuarea de lucru mecanic, respectiv lansarea săgeții care pătrunde în țintă.

Capacitatea corzii de a produce lucru mecanic din energie potențială, a fost posibilă datorită altei forme de energie mecanică, o energie de mișcare, numită „energie cinetică".

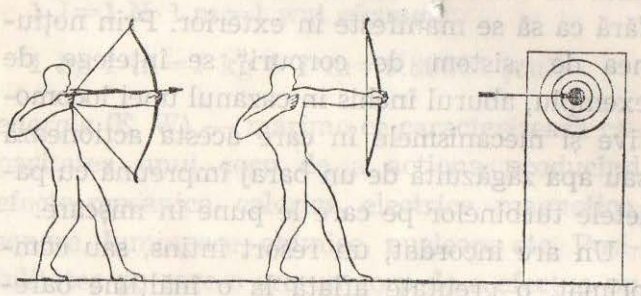


Fig. 1.
Energia potențială
se transformă în energie cinetică.

Se menționează că un corp cînd se află în poziția de echilibru stabil energia lui potențială este minimă.

Energia cinetică este o altă formă a energiei mecanice și orice corp aflat în mișcare posedă o energie cinetică sau de mișcare. Energia cinetică are o mare utilizare în tehnică. Astfel, energia cinetică a cursurilor de apă pune în mișcare o turbină, energia cinetică distruge două corpuri care se ciocnesc, energia cinetică a ciocanului bate cuiele în lemn etc.

Energia cinetică a unui corp este cu atît mai mare cu cît masa și viteza lui sînt mai mari. Formula energiei cinetice este:

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Cu alte cuvinte, energia cinetică a unui corp este proporțională cu masa corpului și cu pătratul vitezei lui.

Transformarea energiei cinetice în energie potențială și invers se efectuează totdeauna astfel încît suma lor rămîne constantă. Există o lege universală a naturii: cîtă materie și energie se adaugă unui corp, exact atît se ia de la celălalt. Acesta este marele principiu al conservării energiei.

Să studiem mișcarea unei pietre aruncate în sus. Cînd piatra urcă, viteza ei și, prin urmare, energia ei cinetică, descrește. Dar ea urcă tot mai sus și totodată crește energia ei potenția-

lă. Cînd piatra atinge cel mai înalt punct şi se opreşte, energia cinetică devine minimă, iar cea potenţială — maximă. La coborîre energia potenţială a pietrei descreşte, iar cea cinetică creşte.

Cu ajutorul unui pendul format dintr-un disc din metal sau lemn, care se poate roti în jurul unui ax orizontal XX, Maxwell, a demonstrat transformarea energiei dintr-o formă în alta (fig. 2). Explicaţia este similară cu cea a pietrei aruncată în sus.

Mişcarea alternativă a discului, în sus şi în jos se continuă multă vreme, ea încetinind datorită forţelor de frecare.

Cea mai importantă lege din domeniul energeticii, fundamentală pentru toate procesele ce au loc în univers, este următoarea. „Energia nu poate fi nici creată, nici distrusă, ea poate numai să se transforme." Suma energiei cinetice cu energia potenţială rămîne constantă.

$$Ec + Ep = E = \text{constant}.$$

Înainte de a fi descoperită această lege, preocuparea pentru reducerea pierderilor de energie în timpul transformărilor a dat naştere în decursul timpurilor la o serie de idei utopice, cum ar fi maşinile minune care, odată puse în mişcare, produc energie fără să mai consume ceva.

Aceste maşini au fost denumite *perpetuum mobile,* ceea ce înseamnă „care se mişcă continuu". Autorii unor asemenea invenţii năstruşnice dovedesc necunoaşterea legilor de bază ale fizicii. Perpetuum mobile nu este posibil, oricît

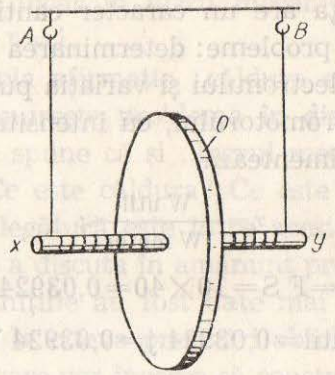


Fig. 2.
Discul lui Maxwell.

de ingenioase ar fi proiectele realizate, dintre care unele vor fi discutate în altă parte a lucrării.

Pentru a ilustra transformarea energiei dintr-o formă în alta, de pildă, energia electrică în energia mecanică se va prezenta instalaţia din figura 3.

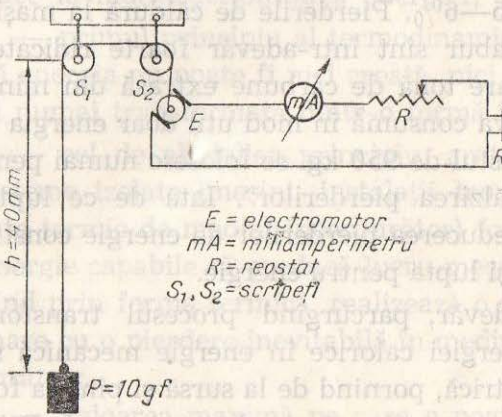


Fig. 3.
Instalaţie pentru demonstrarea transformării energiei electrice în energie mecanică.

BIBLIOTECA
MEHEDINŢI
Filiala Schela

Experiența are un caracter cantitativ și ea ridică două probleme: determinarea randamentului η al electronului și variația puterii mecanice a electromotorului, cu intensitatea curentului ce-l alimentează.

$$\eta = \frac{\text{W util}}{\text{W motor}};$$

$$\text{W util} = F\,S = 10 \times 40 = 0{,}03924 \text{ jouli};$$

$$\text{W util} = 0{,}03924 \text{ j} = 0{,}03924 \text{ Ws}.$$

Cunoscînd că $I = 0{,}011$ A; $t = 1$ s; $U = 4$ V

$$\text{W consumat} = I \cdot U \cdot t = 0{,}011 \cdot 4 \cdot 1 \text{ s} =$$
$$= 0{,}044 \text{ watt secundă}$$

$$\eta = \frac{0{,}03924}{0{,}044} = 0{,}892 = 89{,}2\%$$

Este un factor de utilizare a energiei electrice destul de ridicat, dacă se are în vedere că randamentul unei locomotive cu abur este doar de 5—6%. Pierderile de căldură la mașinile cu abur sînt într-adevăr foarte ridicate. Din fiecare tonă de cărbune extrasă din mină locomotiva consumă în mod util doar energia a 50 kg. restul de 950 kg. se folosesc numai pentru „încălzirea pierderilor". Iată de ce lupta pentru reducerea pierderilor de energie constituie însăși lupta pentru energie.

Într-adevăr, parcurgînd procesul transformării energiei calorice în energie mecanică și apoi electrică, pornind de la sursă și pînă la folosire se constată o serie de neajunsuri. Prin coșul cazanului unei centrale termoelectrice ies gazele de ardere (CO) provenite din arderea incompletă a cărbunelui. Pereții cazanului și apa din el radiază căldură în mediul ambiant, oricît de bună ar fi izolația termică. Mai departe, aburul părăsește cazanul la o presiune și temperatură foarte mare, pătrunde în turbină, învîrtește rotorul producînd pierderi de căldură prin corpul turbinei, prin frecările dintre piesele în mișcare. La ieșirea din turbină, energia termică cedează într-o instalație numită condensator, o altă parte din căldură (cca. 50%), care se evacuează din centrală direct într-un rîu, dacă nu i se găsește o altă formă de întrebuințare.

Pierderile continuă să aibă loc în generatorul electric, în stațiile de transformare, pe liniile de transport electrice, apoi la consumatori unde se știe că la iluminat, de exemplu, randamentul transformării în lumină a energiei electrice este doar de 2%.

Lucrurile se prezintă aproape la fel în cazul mașinilor cu ardere internă, motoarele.

Ca urmare a acestui lanț de neajunsuri, oamenii de știință puși în fața constatărilor de mai sus au stabilit raționamente aplicabile nu numai mașinilor cu aburi, ci tuturor mașinilor termice, indiferent de substanța întrebuințată sau de modul cum se acționează asupra ei.

Unul din principalele scopuri ale oricărui constructor de mașini termice este acela de a construi motoare cu un randament cît mai mare. Dar se pune întrebarea: cît de mare poate fi randamentul unui motor termic? Răspunsul nu este simplu de dat deoarece la raportul

dintre lucrul mecanic produs de motor și cantitatea de căldură consumată, care reprezintă un randament *teoretic* mai trebuie adăugat ceva pentru a obține *randamentul real,* adică „în ce condiții?"

Este bine știut că primele mașini cu abur au fost construite cu mult înainte de a se ști exact ce este căldura și lucrul mecanic, înainte de a se fi stabilit principiul conservării și transformării energiei. Preocuparea principală a realizatorilor mașinilor termice era prin secolul al XVIII-lea de a găsi un sistem care să producă lucru mecanic, fără a se pune problema randamentului. Perfecționările aduse ulterior mașinilor cu abur create de Watt se bazau mai mult pe intenție, fără vreo justificare teoretică. De aceea și randamentul unei locomotive cu abur era la început de 5—6%.

La sfîrșitul secolului al XVIII-lea știința se debarasase de falsa teorie a flogisticului (o „substanță" lipsită de greutate, care nu poate fi văzută, fără gust și fără miros, datorită căreia, spuneau alchimiștii, ard corpurile) pe care au infirmat-o experiențele lui Lomonosov și Lavoisier, descoperindu-se că „arderea reprezintă de fapt combinarea unei substanțe cu oxigenul". De abia de aici încolo au reușit constructorii să obțină nu numai mărirea puterii, ci și a randamentului mașinilor termice, reducînd implicit și consumul de combustibil.

Practic nu se va ajunge niciodată să se obțină transformarea integrală a energiei termice produse în focar în lucru mecanic, adică un randament $\eta = 1$.

Dar simpla afirmație „căldura este o energie" nu lămurește problema în discuție, atîta timp cît se spune că și „lucrul mecanic este o energie". Ce este căldura? Ce este lucrul mecanic? Ce legătură este între aceste două noțiuni? Fără a discuta în amănunt problema, deoarece definițiile au fost date mai înainte, ne vom limita la cîteva precizări absolut necesare cititorilor, care vor încerca să construiască unele tipuri de micromotoare prezentate în această lucrare. Pentru a evita și unele confuzii între termeni și pentru fixarea lucrurilor trebuie să rezumăm:

— diferitelor forme de mișcare ale materiei le corespund diferite forme de energie (mecanică, chimică, nucleară etc.);

— indestructibilitatea mișcării materiei conduce la indestructibilitatea energiei;

— primul principiu al termodinamicii spune că energia nu poate fi nici creată, nici distrusă, ci numai transformată dintr-o formă într-alta;

— cel de al doilea principiu arată că în sisteme izolate (mașini, instalații teoretic izolate termic de mediul înconjurător) formele de energie capabile să producă lucru mecanic, trecînd prin forma termică, realizează o transformare cu o pierdere inevitabilă în mediul înconjurător;

— valoarea maximă pe care o poate atinge randamentul unui motor termic este legată de condiția de funcționare impusă de principiul al

doilea al termodinamicii (ciclul Carnot-Clausius) și are formula

$$\eta = 1 - \frac{T_0}{T}$$

din care rezultă că pentru obținerea unor randamente cît mai mari este necesar ca temperatura mediului ambiant T_0 să fie cît mai mică iar temperatura sursei calde T să fie cît mai mare.

În completarea aliniatului precedent se menționează că raportul T_0/T poate fi egal cu zero și deci $\eta = 1$ numai în două cazuri, și anume pentru $T_0 = 0$ sau $T = \infty$, cazuri imposibil de realizat.

Formula randamentului ciclului Carnot (Nicolas Leonard Sadi Carnot, inginer și fizician francez, 1796—1832) arată deci că nu s-ar putea realiza un randament egal cu unitatea, respectiv 100%.

Se știe că funcționarea unui motor termic este condiționată de existența a două surse de căldură cu temperaturi diferite. Bazați pe această lege, unii căutători de „perpetuum, mobile" au încercat să construiască motoare care să producă un lucru mecanic echivalent cu căldura absorbită de la sursa caldă adică un motor care să folosească integral căldura primită fără să cedeze sursei reci (mediului ambiant) vreo fracțiune din aceasta. De aici ideea unui motor cu o singură sursă de căldură, care ar putea fi chiar mediul ambiant cu uriașele lui cantități de căldură (aerul, apa mărilor etc.).

Spre dezamăgirea „inventatorilor de nimic" acest motor ar funcționa cu un randament egal cu unitatea și ar contraveni principiului al doilea al termodinamicii.

Asemenea motoare, cu o singură sursă de căldură, numite *perpetuum mobile de speța a doua,* sînt irealizabile, contravenind legilor termodinamicii.

Temperatura masei reci T_0 ar trebui să fie egală cu zero absolut adică 0°K (—273°C) care, practic, nu poate fi atinsă.

În al doilea caz, temperatura sursei calde ar trebui să fie infinit de mare, ceea ce iarăși nu poate fi realizat.

Și totuși există un mecanism care, în aparență, poate funcționa la nesfîrșit fără să consume energie. Este vorba de „pasărea care bea apă", o jucărie simplă, ingenioasă care probează necesitatea a două surse de căldură (fig. 4) funcționînd întocmai ca un motor termic.

Plasată în fața unei căni cu apă, pasărea își moaie ciocul în apă, apoi revine în poziția ver-

Fig. 4.
Pasărea-jucărie care „bea apă".

ticală iar după puțin timp ea repetă mișcarea: atinge apa cu ciocul, „bea" și se îndreaptă iarăși. Nu este nici un mister și nici perpetuum mobile. Secretul ei va fi lămurit detaliat la sfîrșitul lucrării. Menționăm aici doar că, în interiorul păsării-jucărie există un rezervor umplut cu un lichid care se dilată ușor la cea mai mică diferență de temperatură și cînd ea atinge cu ciocul apa din cană, lichidul se scurge în rezervorul plasat în coadă, care, devenind mai grea decît capul, readuce corpul în poziția verticală.

Deci mișcarea se produce pe seama unui schimb de energie termică.

Dacă pierderile de energie nu pot fi anulate total, în schimb pot fi micșorate în vederea creșterii randamentului motoarelor, performanțe ce vor fi atinse într-un viitor.

Diferite forme de energie

Pînă la acest punct a fost studiată energia care depinde de poziția corpurilor și de viteza lor, cu alte cuvinte de materia aflată în mișcare. O astfel de energie se numește energie mecanică, care nu este singura formă de energie.

Energia se găsește în natură sub diferite forme. Așa-numitele *rezerve naturale* de energie înglobează substanțele și zăcămintele cunoscute exploatabile în condițiile tehnice actuale, în timp ce *resursele naturale* cuprind și rezervele „probabile" sau „posibile" respectiv concentrările de minereuri care, prin tehnologie, ar putea deveni exploatabile la un moment dat.

Resursele naturale sînt constituite din minereuri cu o întrebuințare periferică azi dar care mîine pot deveni sursă majoră de energie. Exemplul îl constituie cărbunele a cărui pondere în balanța energetică era majoră pe la 1800 („regele cărbune"), a diminuat la 79% (în 1929), la 30% (în 1973) iar în prezent, prin perfecționarea metodelor de gazeificare și de lichefiere, a trecut iar pe primul plan.

Un inventar oarecum incomplet al resurselor naturale energetice arată că Pămîntul dispune de posibilități imense. Chiar în condițiile de azi, cînd n-a fost forată din scoarța terestră, groasă de 40—60 km, decît 10—12 km pentru zăcămintele de petrol și cîteva mii de metri pentru cărbune se poate spune că omenirea are la îndemînă mari resurse de energie.

O scurtă trecere în revistă a diferitelor forme de energie cunoscute și utilizate pînă azi, pe scară mai mică sau mai mare, este interesantă, ca un mic studiu asupra situației balanței energetice a Terrei.

Totodată se va oferi celor interesați un prilej de reflecție în vederea realizării unor noi metode de exploatare cu un randament sporit a diferitelor surse de energie, rostul prezentei lucrări fiind tocmai acela de a prezenta diferitele feluri de energii precum și metodele practice de folosire a lor.

Energia umană și animală a fost folosită exclusiv pînă către mijlocul secolului al XVIII-

I 20836

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINȚI Filiala Dunărea

lea şi nu puţine realizări ale civilizaţiei omenirii aparţin acestei perioade. Oamenii vînau, pescuiau, culegeau folosindu-se uneori de scule foarte rudimentare. În războaie mînuiau arcul, cărau poveri, construiau ziduri, case, piramide. Descoperind sania şi roata au înlocuit „purtatul direct" cu mijloace de transport care aveau un randament sporit.

Pe la începutul secolului al XVII-lea apar primele diligenţe, (deci tot tracţiune animală) după care au urmat transportul cu trenul, tramvaiul, automobilul, vaporul, avionul. Treptat deci, ponderea eforturilor fizice bazate pe energia musculară a devenit aproape nulă.

Energia vîntului — energia „cărbunelui albastru" sau energia eoliană, cum mai este denumită această formă de energie, manifestată prin deplasarea unor mari mase de aer (curenţi) deşi a fost folosită cu destul succes în urmă cu secole, capătă o nouă importanţă azi după o perioadă de părăsire. Proiectele de folosire a energiei cinetice a vîntului se bazează în mare parte pe convertizoarele de energie eoliană construite încă din anul 1940. Avantajul aerogeneratoarelor moderne constă în faptul că sînt absolut nepoluante. Astfel, de la vechile mori de vînt, s-a trecut la motoare eoliene capabile să acţioneze generatoare electrice ce produc miliarde de kWh.

Energia hidraulică este în prezent cea mai importantă sursă de energie în flux continuu, atît din punct de vedere tehnic cît şi economic. Ea reprezintă o sursă de energie primară practic inepuizabilă. Teoretic, cursurile şi căderile de apă ale planetei noastre au un potenţial de $3{,}8 \times 10^6$ MW, dar din cauza reliefului şi a structurii geologice dificile nu poate fi exploatat decît 45 la sută din potenţialul tehnic amenajabil.

În unele ţări, ponderea hidroenergiei este destul de ridicată în producţia de energie electrică: Elveţia 90% din potenţialul apelor sale, Italia 72%, Franţa şi Suedia 65%, pe cînd în alte state, S.U.A., U.R.S.S., Marea Britanie, Canada, România este de 15—40%. Microhidrocentralele instalate pe pîraiele care brăzdează satele ţării noastre ar putea asigura o sursă ieftină de energie. Acest proiect este în actualitate şi-l sugerăm cititorilor care au posibilităţi de construcţie. Să nu se uite că apa curge, apa are masă, şi o masă care se deplasează are energie. Pentru ce n-ar putea fi întrebuinţată această energie a apei în mod util?

Energia mareelor, această „respiraţie" zilnică a oceanelor şi mărilor, cu cele două momente ale sale — fluxul şi refluxul — constituie o altă sursă energetică utilizată recent. Puterea valurilor create de maree pe întreg globul pămîntesc este apreciată la circa 40 de miliarde de kilowaţi ceea ce reprezintă de peste 10 ori potenţialul total al cursurilor de apă de pe pămînt.

Folosirea acestui uriaş rezervor energetic a preocupat de multă vreme minţile oamenilor. Cu sute de ani în urmă au fost construite mori acţionate de flux şi reflux, fenomen al cărui

principiu a fost descoperit de Newton: legea atracției universale.

În prezent, cea mai mare centrală mareo-electrică se găsește în Franța și are 240 MW (24 de agregate electrogene cu turbine bulb, palete rotorice fixe și aparat director reglabil). Se prevede pentru viitor construirea unor centrale de 7 000—14 000 MW.

Dezavantajul centralelor mareo-electrice constă în costul lor ridicat și discontinuitatea în funcționare în lipsa fluxului și refluxului. Dar sursa există și „foamea de energie" a omenirii constituie un stimulent pentru găsirea unor soluții practice și economice în lupta pentru captarea energiei.

Energia geotermică oferită de interiorul pământului, ca un „calorifer" gratuit, dezvoltă o putere de ordinul a 50—60 milioane MW. Energia geotermică, după oamenii de știință, ar rezulta din reacții de dezintegrare a nucleelor grele radioactive. O altă ipoteză îi atribuie originea în accelerările (variației de energie) pe care le suferă Pământul în mișcarea sa pe orbita eliptică.

Energia geotermică este dată la iveală în mare măsură de activitatea vulcanilor, fiind captată din apa fierbinte a gheizerilor sau din vaporii ce ajung la suprafața scoarței terestre. Erupțiile vulcanice pot, de asemenea, declanșa energii gigantice, echivalente cu mii de megatone trinitrotoluen dar fără vreo utilizare practică pînă acum.

În schimb, captarea energiei fluxului de vapori sau apă caldă este utilizată cu succes în multe locuri pe glob (Italia, California, Islanda etc.).

Nu trebuie ignorată energia apelor termale subterane care țîșnesc la suprafață cu o temperatură de pînă la 75°C, furnizînd în unele locuri apa caldă menajeră și apa pentru încălzirea apartamentelor.

Energia solară, sau „cărbunele auriu" spre care se îndreaptă cu mari speranțe omenirea, este promițătoare.

Anual, radiația solară îndreptată spre Terra însumează 1,5 biliarde de megatone, ceea ce reprezintă de 28 000 ori nevoile de energie ale lumii și de 1 000 ori totalul rezervelor de petrol cunoscute pe planeta noastră.

Energia solară o găsim, dealtfel, nu numai în lumina și căldura directă, ci și în vînt și maree, alte forme de energie obținute prin transformarea naturală a radiațiilor solare. Însăși „biomasa" reprezintă energia solară înmagazinată în plante. Avînd la îndemînă energia din combustibilii clasici (cărbune, petrol, gaze) într-un mod convenabil, omul n-a prea valorificat energia solară. Acum însă, în condițiile penuriei de combustibil, soarele a fost pus să furnizeze energie pentru încălzirea locuințelor, tracțiune, cuptoare solare (3 300°C), acționarea ceasurilor, calculatoarelor etc.

Sisteme de oglinzi concentrează razele solare pe cazanul cu aburi care pun în mișcare turbinele centralelor electrice. Colectori solari cu

fotocelule de siliciu (fotodiode) transformă lumina soarelui direct în energie electrică. Sateliţii giganţi (cu o lungime de 30 km) vor forma adevărate centrale cosmice avînd cîte 14 miliarde de celule solare, cu ajutorul cărora se va obţine electricitate direct din razele soarelui. Energia va fi transmisă pe Pămînt sub formă de microunde, captate la sol de antene avînd fiecare o înălţime de cîteva sute de metri.

Energia solară ar fi una din cele mai „curate", mai simple şi, potenţial, mai ieftine energii dacă nu s-ar întîmpina, deocamdată, greutăţi de ordin tehnic.

Transformarea energiei solare în alte forme de energie este foarte avantajoasă după cum se arată în figura 5. Inventarul încă neîncheiat al principiilor şi procedeelor de transformare a radiaţiei solare este mai vast decît s-ar putea crede la prima vedere.

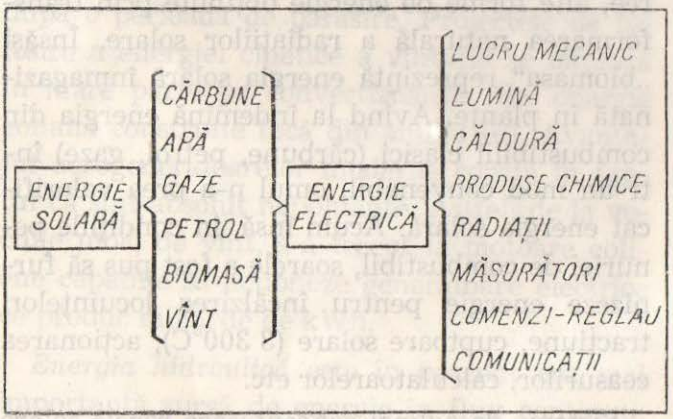


Fig. 5.
Transformarea energiei solare în alte forme de energie.

Teoretic, radiaţia solară incidentă ar putea fi transformată integral în energie termică sau electrică, deci fără pierderi ($\eta = 1$) în cantităţi superioare nevoilor actuale ale tuturor ţărilor, timp îndelungat de acum înainte. Energia solară ajunsă pe pămînt într-o zi este de 30 000 de ori mai mare decît energia electrică produsă de omenire într-un an întreg. Inconvenientul că nu poate fi valorificată datorită greutăţii găsirii unor procedee şi tehnici de conversie perfecţionată, face ca energia solară să nu fie exploatată într-un grad mai înalt.

Toate formele de energie prezentate pînă aici fac parte din fluxul de energie continuă, spre deosebire de alte forme de energie ce vor fi amintite mai departe ca făcînd parte din fluxul de energie primară epuizabilă: cărbunele, petrolul, gazele naturale, combustibilul nuclear, şisturile bituminoase şi nisipurile asfaltice.

Cărbunele, unul dintre cei mai vechi combustibili cunoscuţi în lume, constituie o rezervă de energie primară. Cărbunele n-a fost „detronat" de petrol. În subsol se găsesc mii de miliarde de tone de cărbune, întrecînd de cinci ori resursele de petrol brut, gaz natural şi şisturi bituminoase bogate în petrol.

Puterea calorică a cărbunelui (cantitatea de căldură pe care o degajă un kilogram de combustibil prin arderea lui completă) este de 5 000—8 000 Kcalorii/kg (fig. 6). Cărbunele a început să fie exploatat industrial abia în secolul al XIX-lea, înlocuind lemnul în siderurgie şi la maşinile cu abur. Prin scumpirea preţului

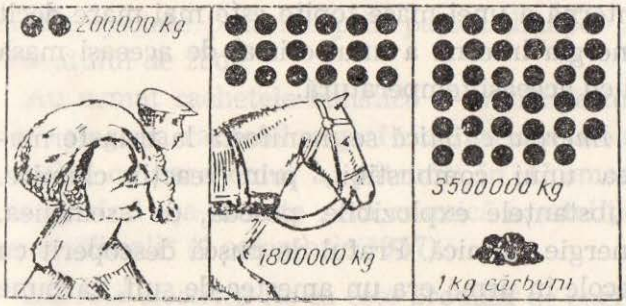


Fig. 6.
Energia furnizată de 1 kg de cărbune echivalează cu munca unui om puternic timp de 17—18 zile.

petrolului (putere calorică — 11 000 Kcal/kg), cărbunele va deveni unul din combustibilii principali.

Diminuarea costului extracției și transportului și, mai ales în ultimul timp, înlocuirea extracției prin metode miniere tradiționale cu gazeificarea în subteran sau transformarea în combustibil lichid va aduce cărbunele la prețuri comparabile cu ale petrolului.

Cărbunele aflat la mare adîncime se poate gazeifica prin ardere, iar gazul rezultat este valorificat într-o centrală electrică, la suprafață. În acest fel se îndepărtează și pericolul poluării mediului ambiant, prin sporirea conținutului de bioxid de carbon, sulf, fum.

Petrolul, menționat în lucrările anticilor Herodot și Plutarh a fost cunoscut sub forma de bitum, cu mii de ani în urmă. România este prima țară care a înregistrat o producție de petrol (1857) și a treia care dispune de o rafinărie, iar Bucureștiul este al doilea oraș — după Viena — care folosea petrolul lampant la iluminat (1857).

Se estimează că în condițiile actualei rate de producție și consum, rezervele de petrol existente în subsol, circa 123 miliarde tone ar fi suficiente încă 20—30 de ani. Mijloacele tehnice vor permite omului să valorifice și rezervele de petrol aflate în zăcămintele submarine, deși costul instalațiilor de foraj este destul de ridicat.

Gazele naturale, cunoscute și ele încă din antichitate, fie sub forma unor focuri nestinse, fie sub forma unor depozite subterane, au o mare putere calorică (5 500—12 000 kcal/m^3). În industrie înlocuiesc cărbunele; în societatea modernă au o largă utilizare. Prin lichefierea gazului metan se deschid mari perspective pentru utilizarea acestuia drept combustibil în transporturile auto și aeronautice.

Gazul de sondă, format în asociație cu zăcămintele de petrol, pe lîngă folosirea lui la extracția petrolului are și întrebuințări casnice și industriale datorită puterii calorice mari 5 000—6 000 Kcal/m^3.

Ponderea gazelor naturale ca sursă de energie a crescut mult în balanța energetică.

Recent, cercetări de laborator desfășurate în țara noastră au demonstrat că din 20 kg nămol de ape uzate sau din 7 kg de dejecții de porcine se obțin prin fermentarea anaerobă 600 litri de biogaz, cu 70% metan și o putere calorică de 6 500 Kcal/m^3. Au luat ființă stații de produ-

cere a biogazului la o fermă de porcine cu o capacitate de 500 m^3/zi, respectiv 150 000 m^3/an, energie echivalentă cu cea produsă de 70 de tone de petrol.

Şisturile bituminoase şi nisipurile asfaltice se găsesc din abundenţă pe glob şi se estimează la o cantitate de aproximativ 710 miliarde tone combustibil convenţional (t.c.c.). Din aceste şisturi şi nisipuri se poate scoate în viitor un volum ridicat de hidrocarburi. O situaţie favorabilă o prezintă un alt combustibil, turba, căreia în ultima perioadă i se dau întrebuinţări tot mai largi (încălzit, combustibil la centralele termoelectrice).

Încheiem lista combustibililor amintind combustibilii sintetici, deşeurile menajere etc.

Alte forme de energie se află înmagazinate în diferite substanţe şi corpuri. De pildă, diferenţa dintre stările termice face posibilă efectuarea lucrului mecanic. Un corp cald răcindu-se poate efectua un lucru mecanic deci conţine, de fapt, o formă a energiei cinetice.

Energia corpurilor elastice (un resort, un arc întors) poate efectua un lucru mecanic datorită comprimării sale (ceasornicul).

Energia care depinde de gradul de fărîmiţare a substanţei. Pe cale experimentală se demonstrează că energia unei substanţe în stare de pulbere este mai mare decît energia aceleiaşi substanţe nefărîmiţate. Este o deosebire foarte mare între energia unei substanţe topite sau a unui lichid şi vaporii săi. Astfel, energia internă a unei mase topite este mai mare decît energia internă a unui cristal de aceeaşi masă şi cu aceeaşi temperatură.

Energia chimică se manifestă la transformarea unui combustibil, prin reacţii chimice. Substanţele explozibile posedă, de asemenea, energie chimică. Praful de puşcă descoperit cu secole în urmă era un amestec de sulf, cărbune de lemn şi salpetru, care odată aprins exploda, adică ardea foarte violent, cu o puternică degajare de gaze. Dacă amestecul era închis într-un spaţiu mic, acesta exploda cu violenţă putînd răni oameni sau provoca distrugeri.

Nitroceluloza, sau fulmicotonul cum mai este denumită a fost descoperită în 1845, prin nitrarea unor substanţe (bumbac) care în combinaţie cu focul devin explozive.

În 1870 prin „nitrarea" glicerinei s-a obţinut nitroglicerina, un exploziv puternic ca şi dinamita (1863) şi trinitrotoluenul, prescurtat TNT care, în diferite amestecuri, a fost utilizat la încărcăturile bombelor, minelor terestre şi a torpilelor.

Cele expuse mai sus constituie o încercare de a arăta intenţiile omului de a descoperi şi stăpîni o formă de energie care să-l ajute în scopurile lui paşnice. Şi cea mai formidabilă s-a dovedit a fi energia chimică eliberată de substanţele explozive. Cercetările oamenilor în domeniul combustibililor chimici i-au condus la descoperirea unor mijloace de propulsie cu motoare-rachetă pe baza principiului egalităţii acţiunii şi reacţiunii datorită gazelor de com-

bustie ejectate puternic prin partea dinapoi a aparatului de zbor.

Au urmat rachetele balistice — vehicule tot din categoria rachetelor geofizice, iar mai nou, sateliții cu care omul a pătruns în Cosmos, inaugurînd așa-numita „eră cosmică a sateliților artificiali" (4 octombrie 1957).

Energia electrică fie că este produsă de energia mecanică a apelor sau vîntului, fie că este rezultată din energia calorică a cărbunilor, a gazelor sau a turbei se poate întrebuința cu cel mai mare randament în cele mai diferite scopuri, în toate domeniile de activitate umană. Electricitatea prezintă ușurință la transport și transformare cît și la distribuirea ei pentru diverse întrebuințări.

Energia radiantă sau a undelor rezultă din faptul că se poate obține căldură și din absorbirea căldurii de către corpuri. Domeniul radiațiilor vizibile și invizibile este foarte întins dar nu va fi amintit aici decît aplicațiile lui energetice: propulsia cu laseri care constă în încălzirea unui fluid la temperaturi înalte (17 000°C) cu un fascicul de lumină prin emisie stimulată; fluidul poate fi hidrogenul sau metanul.

Energia nucleară a început să fie utilizată tot mai mult pentru generarea energiei electrice, cît și în industrie și propulsia navelor, pe lîngă multe alte întrebuințări sociale.

Există în funcțiune pe glob mulți reactori nucleari care folosesc drept combustibil uraniul și thoriul din natură. Știința caută soluții pentru utilizarea energiei de fuziune a nucleelor elementare ușoare, hidrogen, deuteriu, tritin, heliu în vederea producerii de plasmă (a patra stare a materiei) fapt care deschide perspective nebănuite în construirea de complexe energetice nucleare. Domesticirea energiei termonucleare înseamnă, de fapt, aducerea Soarelui pe Pămînt. Închipuiți-vă o energie de ordinul a 10 urmat de 33 de zerouri kWh, aceasta este energia radiată de Soare în fiecare secundă. Pămîntul dispune de hidrogen în cantitate practic nelimitată, rămîne să se realizeze condițiile de lucru din uzina solară în care temperaturile ating milioane de grade.

Proiecte există, hidrogen se poate obține prin descompunerea apei oceanice cu ajutorul energiei nucleare, așa încît nu mai rămîne decît să se construiască centrale electrice și termice nepoluante într-un viitor apropiat.

Vidul, energia viitorului?

În căutarea de noi resurse energetice, probabil mai puternice decît cea atomică și cea termonucleară, savanții, bazîndu-se pe numeroase observații, au conchis că există în natură legi pe care știința nu le cunoaște încă și care ar explica unele fenomene, cum sînt exploziile cosmice, nașterea stelelor, a galaxiilor, a Universului.

Noul tablou al lumii pe care fizicienii l-au întocmit arată că temelia tuturor lucrurilor ar fi . . . vidul, despre care nu se mai spune că ar fi „nimic". Vidul este dotat cu proprietăți fizice

foarte complexe. Însăşi natura particulelor nu poate fi explicată fără noţiunea de *vid,* dat fiind că ele ies din vid şi în vid dispar necontenit.

Savanţii afirmă că vidul are o energie internă nelimitată, fiind vorba de forţe de atracţie internă colosale. S-a stabilit apoi că există fenomene naturale în care particulele elementare sînt accelerate pînă la energia limită şi intră în acţiune directă cu vidul.

Rezumînd drumul parcurs de ştiinţă spre profunzimile materiei, se constată că după fizica moleculelor şi a atomilor, după fizica nucleară şi fizica particulelor elementare, asistăm azi la naşterea unei noi fizici, cea a vidului.

Rămîne să se confirme ideea că vidul este o sursă de energie nelimitată.

Cititorilor care au parcurs cu răbdare această primă parte a cărţii, le dăm asigurarea că intenţia autorului a fost aceea de a strînge la un loc suma cunoştinţelor asupra diferitelor forme de energie, pentru ca pe baza unora dintre ele, mai accesibile, să poată construi mici motoare experimentale. Şi, nu se ştie, cîţi dintre tinerii constructori nu vor descoperi şi ei la rîndul lor alte forme de energie precum şi metode raţionale de a le folosi.

ATELIERUL CONSTRUCTORULUI AMATOR

Uneltele necesare

Dintre numeroasele scule necesare constructorului amator la lucrările în lemn, metal, electrotehnică, sticlărie etc. vor fi indicate cele de care este nevoie în mod obişnuit: ferăstrău, pile, ciocane, dălţi, maşină de găurit, menghină, şubler etc. În continuare se va arăta şi modul de confecţionare şi prelucrare a unor piese şi ansambluri pentru motoraşele recomandate a fi construite.

Lista uneltelor de strictă necesitate trebuie să cuprindă pe cele ilustrate în figura 7, unele din ele găsindu-se aproape în fiecare casă. Este recomandabil ca toate sculele să fie aranjate într-un dulăpior sau o trusă, acolo unde nu este posibil să se amenajeze un atelier propriu-zis.

Sculele prezentate în figura 7 sînt: foarfecă, cuţitaş, cleşti de tăiat, patent de scos cuie, ciocan, sulă, echer de lemn (colţar), ciocan de lemn, pile, compas, ciocan de lipit, coarbă de găurit, vas pentru fiert clei, ferăstrău de tăiat fier şi ferăstrău de traforaj, ferăstrău de mînă. Separat, în figura 8 mai sînt prezentate şi alte unelte ajutătoare pentru prelucrări în metale:

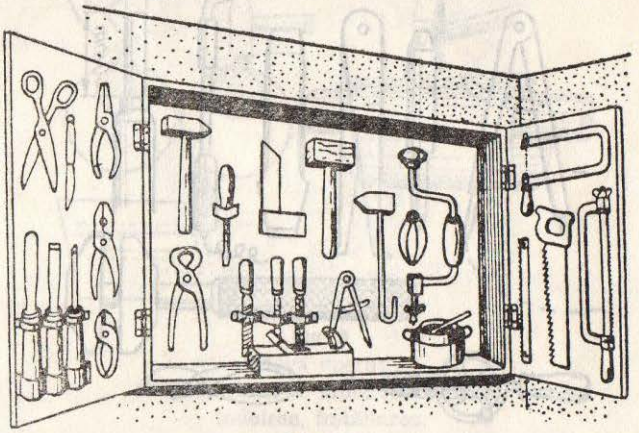


Fig. 7.
Trusă de scule universală.

menghină de masă, chee reglabilă, şubler, micrometru, cleşte cu vîrf lung, compas de trasare, dorn, compas de interior, ciocan de lipit electric cu vîrf de cupru, menghină de mînă, foarfecă de tăiat tablă, chee franceză, maşină de găurit cu burghie pentru fier.

Desigur, amatorul poate să-şi procure pentru lucrările sale şi alte unelte decît cele amintite aici.

Modul de folosire şi păstrare a uneltelor este bine să fie cunoscute de fiecare tînăr construc-

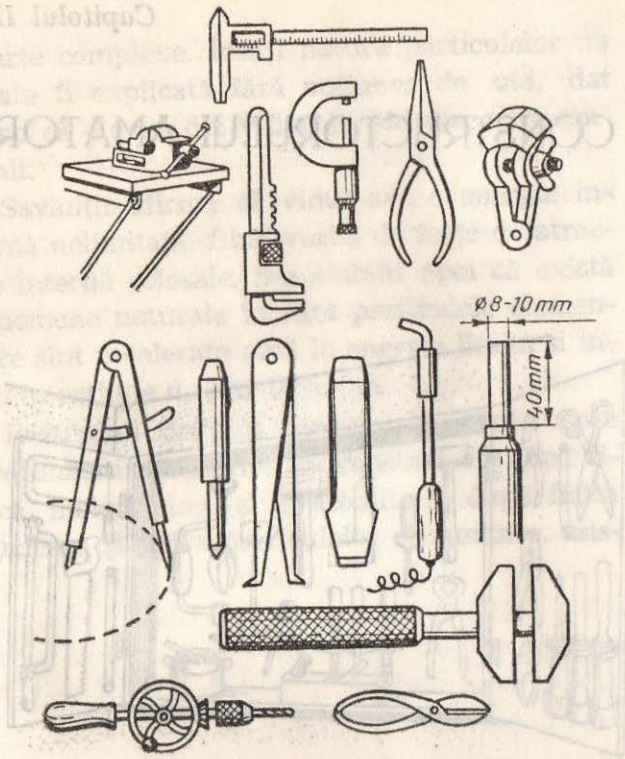


Fig. 8.
Unelte ajutătoare
pentru prelucrarea în metale.

tor. Iată cîteva sfaturi utile de care depinde reuşita lucrărilor.

Bancul de lăcătuş este o masă sau consolă (fig. 8) cu faţa de stejar masiv. Serveşte la fixarea menghinei, piesă de strîngere pentru tăierea metalelor şi lemnului.

Menghina de banc serveşte la fixarea pieselor de prelucrat între cele două fălci, reglabile ca distanţă. Menghina de mînă se foloseşte pentru prelucrarea pieselor mici.

Ferăstrăul pentru tăiat metale se întrebuinţează la tăierea barelor, a plăcilor, a tuburilor de metal la dimensiuni potrivite.

Dalta serveşte la tăierea şi cioplirea pieselor de metal şi lemn şi decuparea plăcilor de metal.

Maşina de găurit metal serveşte la găurirea pieselor de metal şi decuparea găurilor de diametru mai mare.

Pilele se întrebuinţează la aducerea pieselor la dimensiunile date, la netezirea suprafeţelor, la curăţirea locurilor de îmbinare a pieselor. Pilirea se face prinzînd piesa într-o menghină. Pentru piesele mici se aplică pe menghină fălci executate din metale moi (cupru, plumb, aluminiu) pentru a proteja bacurile principale ale menghinei şi chiar pila, de eroziune. La suprafeţele curbe se pileşte mai întîi conturul cu o pilă brută.

Ciocanele de lăcătuşerie sînt scule de bază servind la lovirea tablelor, cuielor, vergelelor etc. Ciocanele de lemn se folosesc la prelucrarea tablelor, nedeformînd structura acestora.

Filierele servesc la tăierea filetului pe o bucată de sîrmă, bulon sau alt corp cilindric.

Foarfecele de tablă se foloseşte la tăierea tablelor de oţel şi a celor de alamă sau zinc, cu grosimea de 1—2 mm. Pentru tăierea de-a lungul liniilor cu curbură mică se poate folosi un foarfece curb.

Cleştele serveşte la frîngerea, tăierea, îndoirea, prinderea şi transportul materialelor etc.

Instrumentele de măsură şi trasare: colţarul, şublerul, micrometrul, compasul, rigla sînt strict necesare pentru precizia execuţiei lucrărilor.

Cîteva operaţii de bază

Prelucrarea tablei se face pe o bucată de fier cu suprafaţa dreaptă, folosind un ciocan de lemn pentru a nu deforma. Cînd este nevoie ca tabla să fie bombată, aceasta se aşează pe o scobitură şi se bate cu un ciocan de lemn de la periferie spre centru sau invers, în spirală. Bombajul se poate efectua şi pe nicovală, tot prin ciocănire (fig. 9). Confecţionarea unui fund de cilindru şi nituirea este prezentată în figura 10.

Lucrările în lemn, cum sînt îmbinările în lungime, înădirea, colţare etc. se prezintă tot în figura 10. Asemenea lucrări vor fi necesare la execuţia motoarelor ce vor fi descrise mai departe în carte.

Lucrările cu sîrmă se încep, de obicei, cu îndreptarea sîrmei (fig. 11). Sîrma de cupru sau aluminiu se poate îndrepta prin tragere cu ajutorul unui cleşte patent. Sîrma de OL 42 (oţel laminat) se îndreaptă prin plimbarea pe un suport de lemn din esenţă tare. Dacă diametrul sîrmei este mai mare de 5 mm îndreptarea ei se face cu ciocanul de fier pe o placă netedă de metal.

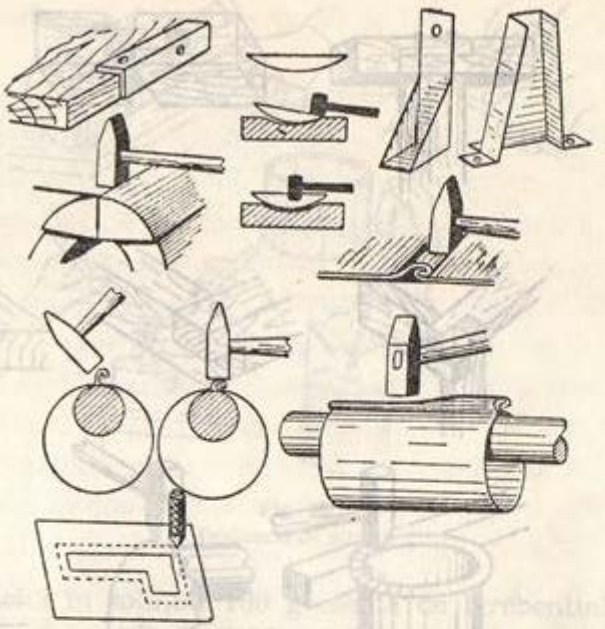


Fig. 9.
Cîteva operaţii
de prelucrare a tablei: bombarea,
îndoirea, îmbinarea,
decuparea şi tăierea.

Confecţionarea cîrligelor şi inelelor de sîrmă se face prin îndoirea sîrmei în unghi drept sau în formă de cîrlig, fiind folosite fie la suspendarea corpurilor, a greutăţilor, fie ca lagăre pentru axe.

Prelucrarea sticlei este necesară adeseori în atelierul amatorului. Astfel tăierea sticlei se poate executa cu creioane speciale confecţionate din praf de cărbune de lemn amestecat cu gumă arabică sau clei de vişin încălzit puţin şi lăsat să se usuce. Cu ajutorul acestui creion

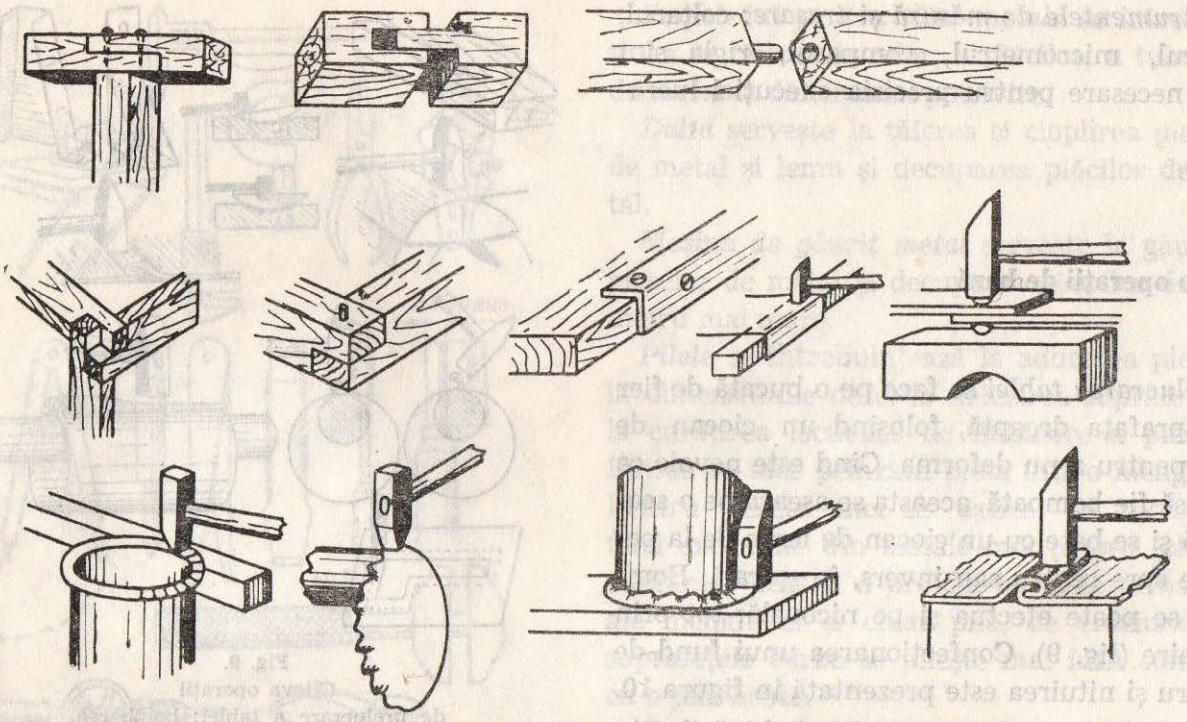


Fig. 10.
Lucrări în lemn și metal.

se pot tăia butelii, becuri arse sau geam plat în diferite forme. Înainte de a atinge sticla, creionul trebuie aprins; acesta arzînd încet, este plimbat pe direcția de tăiere, însemnată cu o pilă de oțel. O butelie de sticlă spartă poate fi ușor tăiată umplînd-o cu ulei, pînă la locul tăierii și introducînd un fier înroșit în ulei. Ea va plesni exact pe semnul dorit. O altă metodă constă în tăierea buteliei direct cu o pilă de oțel sau înfășurarea ei cu o sfoară îmbibată în benzină căreia i se dă foc; după ce a ars puțin sfoara, se cufundă sticla în apă pînă la cercul de foc și sticla se va crăpa ușor (fig. 12).

Geamul obișnuit, pînă la 3—4 mm grosime se taie ușor în orice formă cu ajutorul unui foarfece de croitorie... (nu e o glumă!), operația fiind făcută ținînd mîinile, foarfecele și geamul complet sub apă.

Perforarea sticlei poate fi efectuată folosind un burghiu spiral de diametrul dorit, călit în prealabil prin încălzire pînă la incandescență și introdus repede în ceară roșie sau într-o soluție compusă din 10 gr camfor dizolvat în

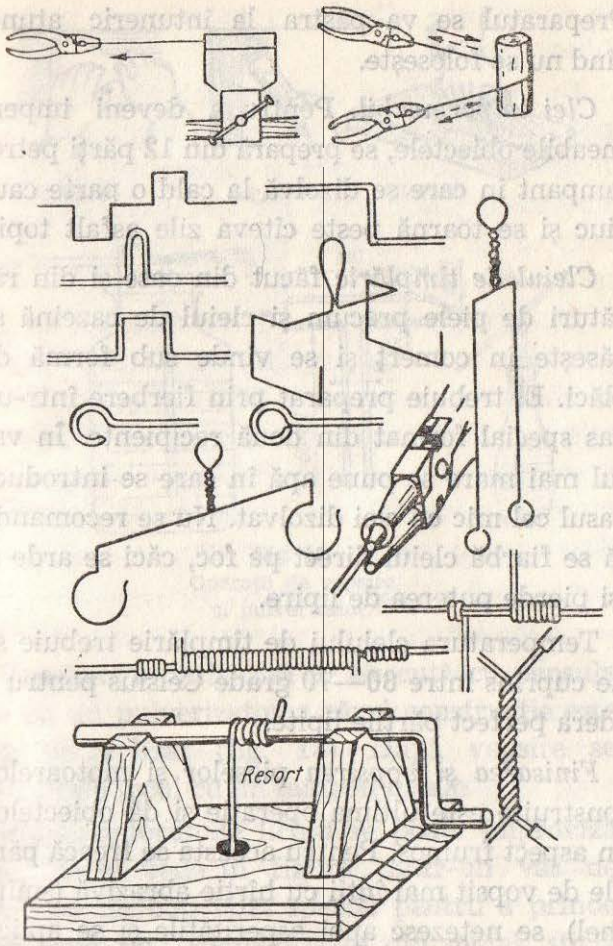


Fig. 11.
Diverse lucrări cu sîrmă.

100 cm^3 de benzină şi amestecat cu 30 g ulei de măsline.

La tăierea tuburilor de sticlă cu diametrul exterior pînă la 10 mm, se foloseşte fie un cuţit zimţat, fie o pilă triunghiulară bine călită şi

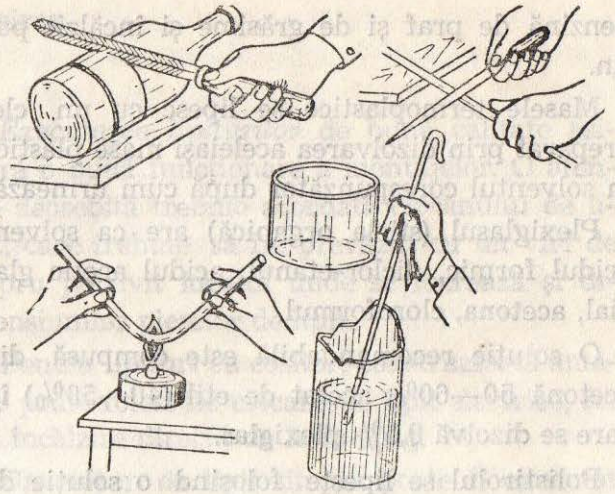


Fig. 12.
Prelucrarea sticlei.

răcită în soluţia: 100 g esenţă de terebentină în care s-a dizolvat 25 g camfor (fig. 12).

Îndoirea tuburilor subţiri de laborator se face la o flacără de spirt, răsucindu-le continuu în jurul axei lor. Tuburile cu diametrul mai mare se îndoaie procedînd la fel, însă înainte de încălzire se umplu cu nisip uscat şi cernut, avînd grijă să se astupe capetele cu cîte un dop.

Masele plastice se împart în termoreactive (nu se pot încălzi pentru mulare decît o singură dată, la a doua încălzire nu se mai înmoaie) şi cele termoplastice (se mulează ori de cîte ori le încălzim).

Lipirea maselor plastice termoreactive (ebonită, bachelită) se efectuează cu lac de bachelită după ce locul respectiv a fost curăţit cu

benzină de praf şi de grăsime şi încălzit puţin.

Masele termoplastice se lipesc cu un clei preparat prin dizolvarea aceleiaşi mase plastice în solventul corespunzător după cum urmează:

Plexiglasul (sticla organică) are ca solvent acidul formic, diclor-etanul, acidul acetic glacial, acetona, cloroformul.

O soluţie recomandabilă este compusă din acetonă 50—60% acetat de etil (40—50%) în care se dizolvă 0,5% plexiglas.

Polistirolul se lipeşte folosind o soluţie de 10% polistirol dizolvat în 90% benzol.

Masele termoplastice mai pot fi lipite la căldura unui ciocan de lipit electric sau a unui fier de călcat, topind pe locul respectiv o bucată din acelaşi material termoplastic.

Lustruirea maselor plastice se face şlefuind mai întîi cu pînză abrazivă sau direct la un disc special la polizor. După aceea se şterge bine piesa şi se curăţă cu un tampon înmuiat în alcool rafinat.

Cleiuri şi lacuri de vopsit

Clei pentru lipit sticlă. Se dizolvă 100 g gelatină la cald în 150 g acid acetic pur; se adaugă apoi 5 g bicromat de amoniu în pulbere. Preparatul se va păstra la întuneric atunci cînd nu se foloseşte.

Clei impermeabil. Pentru a deveni impermeabile obiectele, se prepară din 12 părţi petrol lampant în care se dizolvă la cald o parte cauciuc şi se toarnă peste cîteva zile asfalt topit.

Cleiul de tîmplărie făcut din oase şi din răzături de piele precum şi cleiul de cazeină se găseşte în comerţ şi se vinde sub formă de plăci. El trebuie preparat prin fierbere într-un vas special format din două recipiente. În vasul mai mare se pune apă în care se introduce vasul cel mic cu clei dizolvat. Nu se recomandă să se fiarbă cleiul direct pe foc, căci se arde şi îşi pierde puterea de lipire.

Temperatura cleiului de tîmplărie trebuie să fie cuprins între 60—70 grade Celsius pentru a adera perfect părţile lipite.

Finisarea şi vopsirea pieselor şi motoarelor construite este ultima operaţie şi dă obiectelor un aspect frumos. Pentru aceasta se freacă părţile de vopsit mai întîi cu hîrtie abrazivă (şmirghel), se netezesc apoi asperităţile şi se aplică un strat de chit în crăpăturile rămase după prelucrare. Chitul se prepară din soluţie de clei, amestecat cu ulei de in fiert şi cretă măcinată fin şi cernută.

După aplicarea chitului cu o spatulă (lopăţică) se lasă să se usuce şi apoi se vopseşte obiectul respectiv cu vopsea de ulei sau cu lac diluat în culoarea dorită.

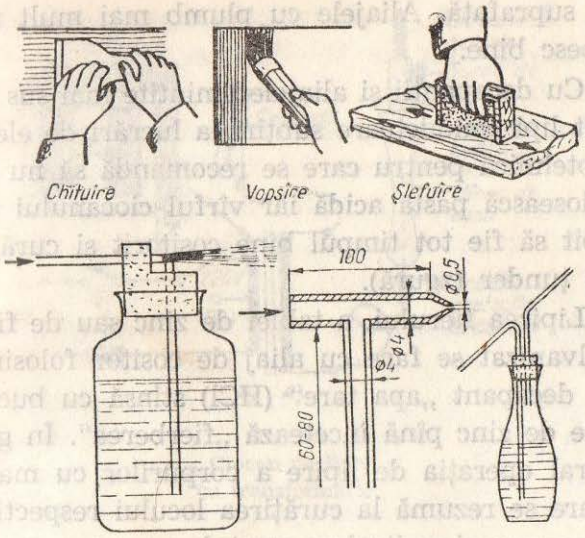


Fig. 13.
Operaţii de vopsire
şi pulverizator.

Vopsirea propriu-zisă se execută cu pensula sau cu un pulverizator a cărui construcţie este uşor de realizat (fig. 13). După vopsire se lustruieşte locul cu un tampon moale.

Pulverizatorul de lichid se poate improviza aşa cum se vede în figură dintr-un vas de sticlă cu un dop tăiat special pentru a prinde cele două ţevi confecţionate din metal, sticlă sau material plastic. Se pot folosi şi ţevile de la rezervele de pix, bine curăţate şi spălate de resturile de cerneală.

Suflînd aer prin tubul orizontal, aerul îşi măreşte viteza spre capătul subţiat, antrenînd cu el particulele de vopsea deoarece în tubul vertical se micşorează presiunea sub valoarea presiunii atmosferice.

Lipirea

Executarea lipiturilor de bună calitate asigură o bună funcţionare a montajelor. O atenţie deosebită trebuie acordată ciocanului de lipit, care trebuie să fie prevăzut cu un vîrf de cupru potrivit locului unde se lucrează şi dimensiunilor pieselor de lipit.

Pentru lipituri cu cositor, constructorul amator poate folosi fie ciocane de lipit electrice, fie cu încălzire directă de la foc (fig. 14).

Un ciocan de lipit simplu poate fi executat dintr-o bucată de cupru, căreia i se dă una din formele din figura 14. Fiecare ciocan este prevăzut cu o coadă de fier şi un mîner. Este recomandabil ca amatorul să-şi confecţioneze 2—3 ciocane de diferite dimensiuni şi modele, unele cu vîrf ascuţit, altele cu vîrful lat. Chiar şi dintr-un ciocan de bătut cuie se poate improviza un ciocan de lipit înfăşurînd cîteva spire de sîrmă de cupru ca în figură.

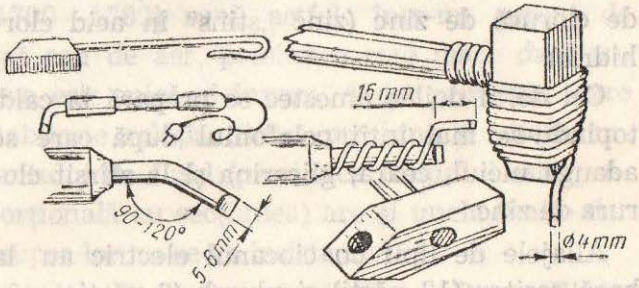


Fig. 14.
Modele de ciocane de lipit
cu diferite forme de vîrfuri.

În general, ciocanele de lipit „de foc" pot fi unele cu coada în capătul blocului de cupru, iar altele cu coada așezată lateral, unele cu vîrf ascuțit, altele cu vîrful lat. Pentru lipirea conductoarelor aflate în poziție verticală se practică o scobitură în blocul de cupru în care se topește cositorul și unde se introduc capetele de lipit.

Locul de lipit trebuie curățat bine cu o pînză abrazivă (hîrtie sticloasă) sau cu un vîrf ascuțit, evitîndu-se după aceea atingerea lui cu degetele. Se aplică puțină pastă decapantă, care are proprietatea de a înlătura oxidarea metalului la încălzirea lui cu ciocanul de lipit. Există două feluri de paste decapante: unele (foarte acide) care nu numai că dizolvă oxidul de pe metal dar îl și atacă, iar altele pe bază de colofoniu (sacîz) care feresc metalul de o nouă oxidare. Iată două rețete de decapanți:

a) colofoniu curat dizolvat în alcool rafinat în proporție de 28%;

b) ulei mineral 48%, ceară de albine 12%, colofoniu 15%, glicerină 15%, soluție saturată de clorură de zinc (zinc „stins" în acid clorhidric).

Cel de al doilea amestec se prepară la cald, topindu-se mai întîi colofoniul după care se adaugă uleiul, ceara, glicerina și la sfîrșit clorura de zinc.

Aliajele de lipit cu ciocanul electric au la bază cositor (12 părți) și plumb (7 părți — în greutate). Topite împreună dau un aliaj care se topește la 184°C și are un aspect strălucitor la suprafață. Aliajele cu plumb mai mult nu lipesc bine.

Cu decapanții și aliajele amintite mai sus se pot lipi conductoare subțiri la lucrări de electrotehnică pentru care se recomandă să nu se folosească pastă acidă iar vîrful ciocanului de lipit să fie tot timpul bine cositorit și curățit de țunder (zgură).

Lipirea fierului, a tablei de zinc sau de fier galvanizat se face cu aliaj de cositor folosind ca decapant „apa tare" (HCl) stinsă cu bucățele de zinc pînă încetează „fierberea". În general operația de lipire a corpurilor cu masă mare se rezumă la curățirea locului respectiv, decaparea și cositorirea acestuia.

Ciocanul de lipit electric cu transformator, puțin diferit de ciocanul de lipit electric tip „pistol", servește la lipirea materialelor cu cositor, fiind ușor de confecționat.

Se compune dintr-un transformator monofazat cu miez de fier avînd secțiunea de 15 cm^2, format din tole. Înfășurarea primară cuprinde 3 spire/V, deci pentru 220 V va avea 660 spire de cupru izolate cu email și bumbac iar secundarul va conține: 3,7 sp/V×4 V=148 spire izolate cu bumbac pentru o tensiune de 4 V și o intensitate de 30 A. Diametrul conductorului în primar la un curent de 0,7 A poate fi de 0,7—1 mm, iar diametrul conductorului din secundar la un curent de 30 A este de 2—3 mm. Miezul transformatorului admite o putere de 120—150 W și poate fi folosit un transformator de la aparatele de la radio cu tu-

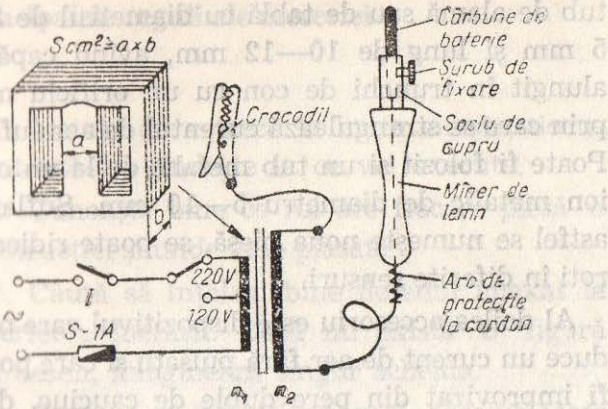


Fig. 15.
Ciocan de lipit
cu transformator.

buri, căruia i se bobinează un secundar nou pentru tensiunea şi curentul specificat (fig. 15).

Modul de funcţionare: se prinde clema crocodil de masa corpului de lipit, iar cu cărbunele se atinge locul respectiv care se va încălzi puternic, topind cositorul. Acest dispozitiv poate fi folosit şi la sudarea electrică a conductoarelor de diametre mici şi a punctării tablelor subţiri deoarece prin scurtcircuitul produs în secundarul transformatorului se produce o temperatură înaltă. Cărbunele-electrod pentru sudură se poate procura de la bateriile uzate.

Arzător de spirt cu suflător. Este vorba de o metodă simplă de a încălzi şi suda piese cu o masă mică cu ajutorul unui arzător de gaz sau a unei flăcări de spirt în care se suflă un curent puternic de aer. Dispozitivul descris mai jos poate fi folosit cu succes şi la prelucrarea sticlei, îndoirea metalelor şi chiar lipirea lor cu sau fără cositor. Mai întîi puţină teorie.

Se ştie că la flacăra unei lămpi de spirt obişnuită se pot efectua numai cîteva operaţii uşoare de prelucrare a sticlei. Pentru ridicarea temperaturii flăcării lămpii de spirt se intervine cu un curent puternic de aer care, datorită unui paradox aerostatic (efect Clement-Desormes, după numele fizicienilor care l-au descoperit ca o particularitate la principiul lui Bernoulli aplicat la lichide), intensifică puterea calorică a flăcării.

Cînd se suflă, de pildă, în braţul *a* care se îngustează la capăt (pulverizatorul din fig. 16, *a*), atunci aerul, trecînd în partea îngustată, îşi reduce presiunea. Astfel deasupra tubului *b* este aer cu presiune scăzută şi de aceea presiunea atmosferei forţează lichidul din pahar să se ridice în tub; lîngă deschizătură, lichidul nimereşte în jetul de aer suflat şi se pulverizează.

Principiul enunţat pentru prima dată de fizicianul şi matematicianul Bernoulli David (1700—1782) sună astfel: într-un curent de apă sau de aer, presiunea este mare dacă viteza este mică şi invers. Acest principiu care stabileşte relaţia dintre presiune şi viteza curentului de fluid (presiunea fluidului este proporţională cu secţiunea) are şi unele limite dar asupra lor nu se va insista aici.

Aplicaţii tehnice ale legii lui Bernoulli se întîlnesc la „trompa de apă" cu care se poate rarefia aerul dintr-un recipient, „lampa Bun-

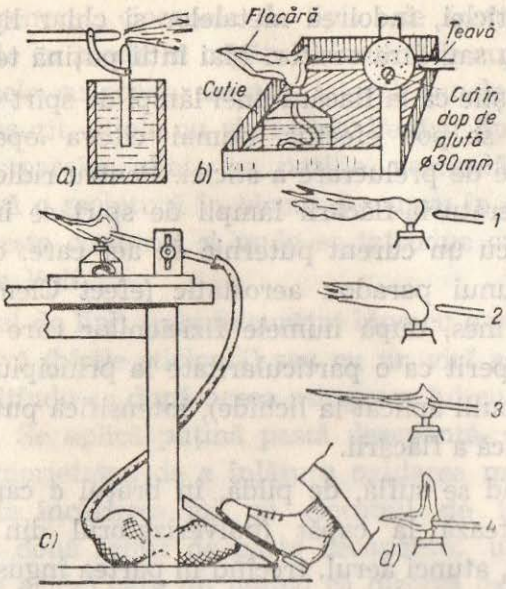


Fig. 16.
Principiul arzătorului
și modul de construcție al unui
suflai cu lampă de spirt.

sen", perfecționată de chimistul român Nicolae Teclu (1839—1916), „pulverizatorul", „tubul Venturi" folosit la măsurarea vitezelor de fluid precum și la arzătorul ce va fi descris mai departe și care va avea multe întrebuințări, în construcțiile ce vor fi prezentate.

Cel mai simplu arzător cu lampă de spirt se construiește ca în figura 16, *b* dintr-o cutie de lemn de dimensiunile 15×15×2 cm cu bordură în interiorul căreia se pune lampa de spirt. Pe un stativ (picior) de 10—12 cm înălțime se prinde cu un cui un dop de plută având diametrul de 3 cm. Prin dop se introduce un tub de alamă sau de tablă cu diametrul de 3—5 mm și lung de 10—12 mm, având capătul alungit în trunchi de con cu un orificiu mic, prin care se strangulează curentul de aer suflat. Poate fi folosit și un tub metalic de la un creion metalic de diametru 5—10 mm. Suflaiul, astfel se numește noua piesă, se poate ridica și roti în diferite sensuri.

Al doilea accesoriu este dispozitivul care produce un curent de aer fără pulsații și care poate fi improvizat din pere duble de cauciuc, dintr-o cameră de minge de fotbal sau dintr-o cameră de cauciuc de la automobil în care se înmagazinează aer sub presiune.

Se știe că prin apăsarea uneia din perele de cauciuc cu mîna (dar recomandabil printr-un sistem ca în figura 16, *c*) în cealaltă se comprimă aerul care iese din conductă cu un debit constant. Se mai poate folosi, în locul dispozitivului cu pere de cauciuc, pentru suflarea aerului, o „trompă de apă" despre care se învață la fizică, deci n-o mai descriem aici.

Pentru reglarea flăcării, capătul suflaiului poate avea diferite poziții (fig. 16, *d*), în raport cu flacăra lămpii de spirt. Din desen se observă, iar din practică se constată că prin apropierea suflaiului de centrul flăcării, aceasta își reduce dimensiunile, crescînd în schimb temperatura ei: în poziția a 4-a flacăra are temperatura maximă. Este de remarcat deci că întocmai ca la sudura autogenă profesională, debitul și temperatura flăcării pot fi reglate după cantitatea de oxigen suflată în flacără.

Principalele reguli ale meseriei

1. Înainte de a trece la lucru citeşte, documentează-te, gîndeşte la ce vei executa.

2. Cunoaşte bine ce rol are fiecare piesă a construcţiei şi unde vine plasată.

3. Caută să înţelegi bine desenul anexat la descrierea lucrării. Dacă nu există o figură sau desen, imaginează singur schema.

4. Caută mai întîi şi procură absolut toate materialele necesare construcţiei. Nu începe lucrul pînă nu ai procurat toate materialele indicate.

5. Alege sculele adecvate materialelor şi lucrării proiectate.

6. Obişnuieşte-te cu ordinea în lucru. Aşează sculele la locul lor încît să le poţi găsi şi pe întuneric. Dezordinea duce la nereuşită şi pierdere de timp.

7. „Măsoară de şapte ori şi taie o dată" ca să nu te căieşti la urmă, căci „graba strică treaba".

8. Nu trece la o nouă operaţie, la o piesă nouă fără să fi terminat operaţia precedentă. Lasă să se usuce bine lipirea, vopseaua sau să se răcească sudura.

9. Mînuieşte cu atenţie sculele şi materialele, respectînd regulile de protecţia muncii învăţate la şcoală. Procedînd astfel evităm rănirile. Înţepăturile, loviturile, tăieturile, arsurile, oricît de neînsemnate ar fi, sînt totuşi neplăcute.

10. Nu este ruşine să întrebi pe colegi, părinţi, profesori problemele pe care nu le poţi rezolva singur. Adesea, un sfat bun valorează mult.

MECANISME DE TRANSMISIE

Regula de aur a mecanicii

La construcţiile prezentate în această carte va fi nevoie de unele mecanisme de transmisie a mişcării de la sistemul care o produce la piesa care efectuează lucrul mecanic, astfel încît este absolut necesar să se cunoască unele legi şi calcule precise asupra lor.

Cu ajutorul mecanismelor de transmisie se urmăreşte să se exercite o forţă mare cu ajutorul unei forţe mici, să se dea forţei o direcţie mai potrivită, să se mărească viteza mişcării etc.

Din categoria mecanismelor de transmisie fac parte unele mai simple precum sînt: pîrghia, scripetele, planul înclinat, iar altele compuse cum ar fi: şurubul, vîrtejul, troliul, roţile dinţate etc.

Nu există *maşină* (sistem tehnic alcătuit din piese cu mişcări determinate care transformă o formă de energie în altă formă de energie) care să nu folosească una sau mai multe din aceste mecanisme de transmisie.

Regula de aur a mecanicii, descoperită cu mult înainte de stabilirea legii conservării energiei, se aplică la toate mecanismele şi are următorul enunţ: Cîştigul în forţă este însoţit de o pierdere în deplasare şi invers. Rezultă că lucrul mecanic efectuat cu ajutorul mecanismelor este egal cu lucrul mecanic pe care l-am cheltui în cazul cînd nu le-am folosi. De exemplu, la baterea unui cui cu ciocanul se aplică legea de aur a mecanicii. Într-adevăr, în timp ce îndreptăm ciocanul spre cui acţionăm cu o forţă mică pe un drum mare, iar cînd ciocanul izbeşte cuiul îl deplasează pe o distanţă mică exercitînd o forţă mare.

S-a spus mai sus că legea de aur a mecanicii ne ajută să stabilim, fără a studia detaliile de construcţie al unui mecanism oarecare, care va fi cîştigul de forţă obţinut cu acest mecanism, dacă forţa de frecare este mică. Iată un exemplu: acţiunea şurubului. La înşurubarea piuliţei unui bulon (şurub mare) cu ajutorul unei chei, dacă nu există frecare, trebuie să cîştigăm de atîtea ori forţă, de cîte ori lungimea cercului descris de extremitatea cheii ţinută în mînă — drumul forţei motoare — este mai mare decît pasul şurubului (fig. 17, *a*). Astfel, dacă mîna care apasă asupra cheii descrie un cerc cu LC=500 mm, iar piuliţa înaintează un pas

(2 mm), cîştigul de forţă va fi de 500 : 2 = =250 ori. În cazul cînd există frecare cîştigul este mai mic. Pe acelaşi principiu se bazează vinciurile şi cricurile care cu un efort uman mic ridică greutăţi mari.

De asemenea, atunci cînd omul pune în mişcare o roată cu ajutorul unei manivele într-un scop oarecare (scos apă din fîntînă, lucrul la polizor) forţa depusă este mai mică decît acţionarea directă. Astfel, dacă ar fi nevoie să se acţioneze un polizor cu 2 000 de rotaţii pe minut, ceea ce corespunde pe secundă la $2\,000 : 60 = 33^1/_2$ învîrtituri, ar fi imposibil de efectuat manual. Va fi nevoie de un mecanism de transmisie. Şi aici mecanica ne învaţă că, dacă legăm două roţi de diametre diferite printr-o curea sau cu lanţ, numărul de rotaţii al fiecărei roţi va fi invers proporţional cu diametrul său (fig. 17, *a*).

Dacă roata A are un diametru $D_1 = 15$ cm şi face $n_1 = 2$ rot/s, roata B avînd $D_2 = 5$ cm va face n_2 rotaţii pe secundă, adică:

$$n_2 = n_1 \frac{D_1}{D_2} = 2 \times \frac{15}{3} = 10 \text{ rot/s}$$

Raportul n_1/n_2 se numeşte raport de transformare. Explicaţia fenomenului este simplă, fiind demonstrată prin calcul şi practic. Roata cea mică se va învîrti mai repede deoarece circumferinţa ei se va cuprinde de mai multe ori în periferia roţii celei mari şi viteza ei va fi de atîtea ori mai mare de cîte ori se cuprinde pe-

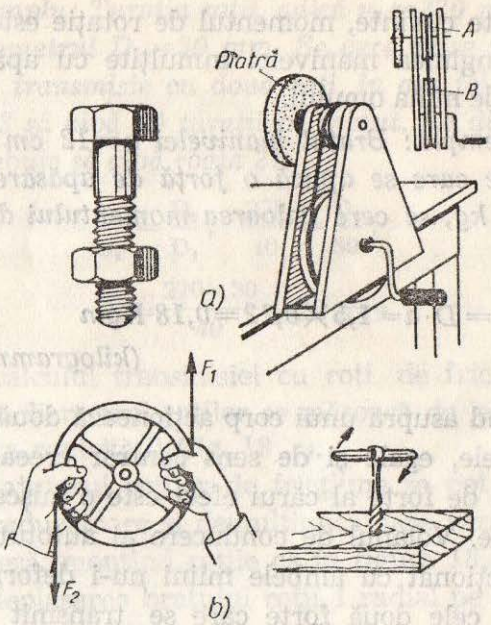


Fig. 17.
Şurubul, polizorul
şi volanul de conducere al automobilului
demonstrează legea de aur a mecanicii.

riferia roţii mici în periferia roţii mari. Există două posibilităţi deci de a mări raportul de transformare: fie mărind diametrul roţii mari, fie micşorînd diametrul roţii mici cu condiţia ca să nu lunece cureaua.

Aici este locul să amintim cîteva noţiuni de mecanică care se aplică şi la unele lucrări din carte.

Forţa aplicată unui braţ de manivelă (sau pîrghie) dă naştere unui moment de rotaţie sau moment învîrtitor care este egal cu produsul dintre forţă (în kg) şi braţul de pîrghie (în m).

Cu alte cuvinte, momentul de rotaţie este egal cu lungimea manivelei înmulţite cu apăsarea dată de mîna omului.

Exemplu: Braţul manivelei a=12 cm (1,12 m) pe care se aplică o forţă de apăsare D= =1,5 kg; se cere valoarea momentului de rotaţie.

$$M_R = D \cdot a = 1{,}5 \times 0{,}12 = 0{,}18 \text{ Kgm}$$

(kilogrammetri).

Cînd asupra unui corp acţionează două forţe paralele, egale şi de sens contrar creează un cuplu de forţe al cărui efect este o mişcare de rotaţie. Volanul de conducere al autoturismului acţionat cu ambele mîini nu-i deformează axul, cele două forţe care se transmit echilibrîndu-se (fig. 17, *b*). De asemenea, volanul va fi rotit mai uşor dacă diametrul lui este mai mare, ca şi în cazul burghiului de tîmplărie, care va fi mînuit cu atît mai uşor, cu cît mînerul lui este mai mare.

Trebuie menţionat şi reţinut că prin aranjamentul mecanismelor de transmisie nu se obţine o scutire de muncă, ci o uşurare, o adaptare a ei, într-o formă potrivită puterii omului sau maşinii care acţionează, ca în cazul cutiei de schimbarea vitezelor la automobile. Cum s-a arătat şi în cazul polizorului, mîna omului nu poate face 10 rotaţii pe secundă chiar dacă nu se cere decît o forţă de apăsare redusă, în schimb omul poate face două învîrtituri pe secundă la manivelă cu o forţă mai mare.

Transmisia mişcărilor de rotaţie

Mişcările de rotaţie se pot transmite prin mai multe mecanisme, printre care mai cunoscute sînt: transmisia prin frecare, prin curele, prin roţi dinţate cilindrice (angrenaje).

Transmisia prin roţi de fricţiune se face prin două tangente apăsînd una pe alta. Pentru ca frecarea să fie mai mare, marginile roţilor se randalinează (zimţuiesc) sau se acoperă cu un cerc de cauciuc, ori cu o fîşie de hîrtie abrazivă (fig. 18, *a*).

Axele roţilor sînt confecţionate din lemn de esenţă tare, cu diametrul de 20 mm şi lungime de 40 mm. Grosimea roţilor de fricţiune este de 10 mm, roata cea mare are diametrul de 80 mm, iar cea mică de 40 mm. Scripeţii

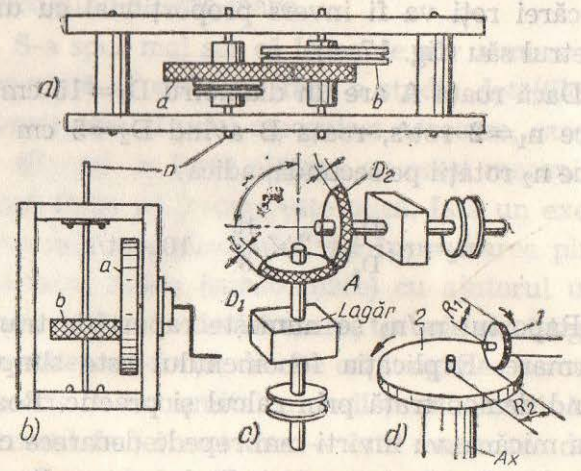


Fig. 18.
Transmisia mişcării de rotaţie prin roţi cu fricţiune.

montaţi alături de roţi servesc la antrenarea unor curele de care se pot lega greutăţi pentru efectuarea de diferite experienţe.

Transmisia mişcării unei roţi asupra altei roţi se poate realiza şi cu ajutorul frecărilor laterale, deoarece discul *a* este mobil în direcţia orizontală, prin reglarea apăsării între anumite limite se poate stabili sau întrerupe contactul între discuri (fig. 18, *b*).

Roţile de fricţiune pot fi şi conice, axele transmisiei mişcării devenind astfel concurente, sub diferite unghiuri pentru inversarea direcţiei mişcării. Cauciucul se va aplica pe partea înclinată a roţilor.

Pentru calculul turaţiei roţilor se va folosi raportul diametrelor. Notînd raportul de transmisie cu *i* iar turaţiile celor două roţi cu n_1, respectiv n_2 se poate scrie:

$$\frac{n_2}{n_1}=i; \quad \frac{D_2}{D_1}=i.$$

Luînd valorile pentru $D_1=25$; $D_2=50$ se obţine:

$$\frac{D_2}{D_1}=\frac{50}{10}=5; \text{ deci } i=5.$$

Cu alte cuvinte roata 2 se va roti de două ori mai încet decît roata 1.

Raportul de transmisie deci este egal cu raportul turaţiilor şi egal cu inversul raportului celor două diametre, adică:

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{D_2}{D_1}$$

Exemplu: Turaţia roţii, adică $n_1=270$ rot/m, iar diametrul $D_1=30$ mm. Se cere să se realizeze o transmisie cu două roţi, în aşa fel încît roata 2 să aibă 40 turaţii pe minut. Ce diametru trebuie să aibă roata 2?

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{D_2}{D_1}; \quad \frac{270}{40}=\frac{D_2}{30};$$

$$D_2=\frac{270\times 30}{40}=22 \text{ mm}$$

În calculul transmisiei cu roţi de fricţiune conice, diametrul roţilor se măsoară de la lăţimea 1 a conicităţii (fig. 18, *c*).

Cu ajutorul roţilor de fricţiune se pot construi reducătoare şi demultiplicatoare variabile de viteză, montînd roţile ca în figura 18, b, d. Prin deplasarea braţului roţii 1 radial pe roata 2 se poate modifica viteza. Dacă raza roţii 1, R_1 devine egală cu raza roţii 2, R_2, turaţia ambelor roţi devine egală, iar raportul de transmisie *i* va fi:

$$i=\frac{R_2}{R_1}=1.$$

Razele R_2 şi R_1 se măsoară aşa cum se arată în figura 18, d.

Dacă R_2 va fi de două ori mai mare decît R_1, raportul *i* se poate scrie:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{2}{1}=2.$$

Deci turaţia axului 2 va fi jumătate din turaţia axului 1. Relaţia turaţiilor şi razelor va fi:

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{R_2}{R_1}=\frac{D_2}{D_1}.$$

Calculele sînt asemănătoare cu cele expuse la transmisia cu roţi cu fricţiune cilindrice.

Transmisia mişcării prin curele se realizează cu ajutorul unei curele care trece peste cele două roţi fixate pe arbori. Transmisia se face cu schimbarea momentului de rotaţie. De exemplu, transmisia de la o roată cu diametrul mai mare la o roată cu diametrul mai mic se petrece cu micşorarea momentului de rotaţie şi o creştere a numărului de rot/s.

În figura 19 sînt reprezentate diferite moduri de legare a curelelor: a — ambele roţi se învîrtesc în acelaşi sens; b — roţile au sensul invers de învîrtire; c — schimbarea radială a sensului; d — sistem de roţi cu schimbarea vitezei.

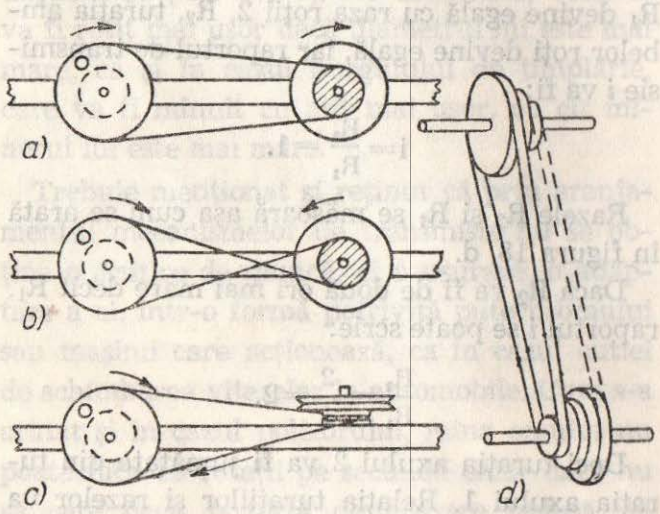


Fig. 19.
Transmisia mişcării
de rotaţie prin curele.

Între vitezele unghiulare w_1 şi w_2, razele roţilor r_1 şi r_2 şi vitezele liniare v_1 şi v_2 există relaţiile:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{r_2}{r_1}\ ;\ v_1 = v_2.$$

Transmisia mişcării cu ajutorul roţilor dinţate (angrenaje) care au la periferie dinţi ce se pot angrena fie cu dinţii altei roţi fie cu o cremalieră sau un şurub fără sfîrşit.

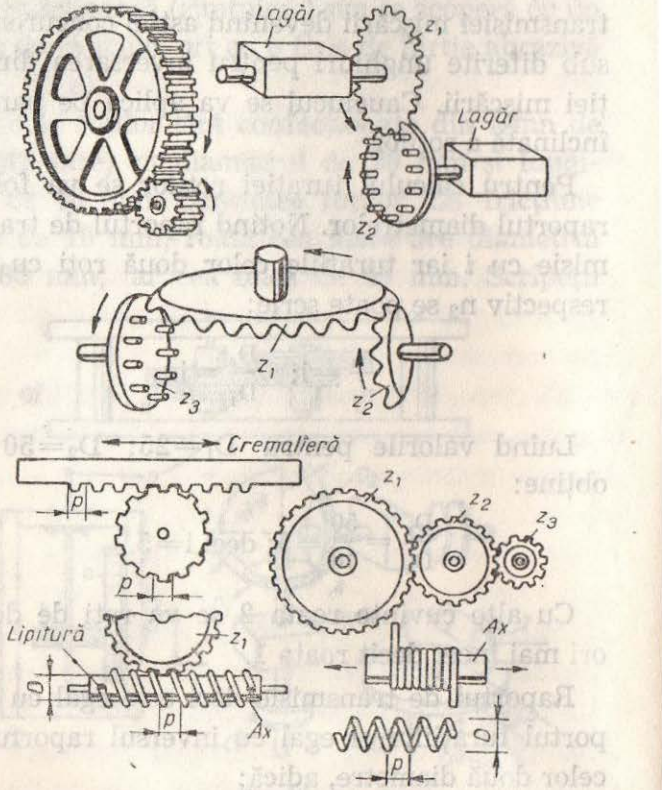


Fig. 20.
Transmisia mişcării
prin roţi dinţate.

Roţile dinţate pot avea diferite forme: cilindrice, conice cu dinţi drepţi, înclinaţi sau cu cuişoare de lemn. Dacă razele roţilor şi numărul lor de dinţi sînt diferite la transmiterea mişcării are loc schimbarea momentului de rotaţie. Forţele cu care dinţii apasă unii asupra celorlalţi sînt egale, iar braţele (razele) sînt diferite. Numărul de ture pe secunde al roţilor angrenate este invers proporţional cu numărul dinţilor lor.

$$Z_1 n_1 = Z_2 n_2; \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Exemplu: Dacă numărul dinţilor de pe roata motoare este $Z_1 = 28$, iar cel al roţii angrenate $Z_2 = 21$ şi roata motoare face 6 ture pe secundă, atunci roata antrenată va efectua:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}; \quad \frac{6}{n_2} = \frac{21}{28};$$

$$n_2 = \frac{28}{21} \text{ ture/s} = \frac{168}{21} = 8 \text{ ture/s.}$$

O condiţie obligatorie la angrenarea a două roţi dinţate este ca pasul p (distanţa unui gol şi un dinte — v. fig. 20) să fie acelaşi pentru amîndouă roţile. Grosimea unui dinte este egală cu lărgimea golului dintre dinţi.

În locul pasului poate fi dat numărul de dinţi de fiecare roată. În acest caz pasul p este egal cu lungimea cercului de divizare împărţit la n.

$$p = \frac{2\pi Rd}{n},$$

unde Rd este raza cercului de divizare.

Înălţimea a a dinţilor este egală cu Re—Rd, unde Re este raza cercului exterior şi Rd este raza cercului de divizare.

O metodă de construcţie a roţilor cu dinţi este aceea denumită „în profil de evolventă" care se începe cu construirea evolventei unui cerc dat, o construcţie geometrică folosind rigla şi compasul, destul de complicată pentru amatori.

Se va prezenta un calcul simplificat în care se folosesc diametrele cercului: Di — diametrul interior; De — diametrul exterior şi Dp — diametrul primitiv aflat la jumătatea diametrelor Di şi De.

Exemplu: Se impune construirea unei roţi dinţate cu 42 de dinţi şi pasul de 4 mm. Lungimea cercului primitiv, cel care se divizează va fi:

$$Lcp = 42 \times 4 = 168$$

Diametrul cercului primitiv Dp va fi obţinut din relaţia cunoscută:

$$Lcp = 2\pi R = \pi Dp$$

De unde:

$$Dp = \frac{Lcp}{\pi} = \frac{168}{3{,}14} = 53{,}1 \text{ mm.}$$

Diametrul exterior De, se adaugă diametrului primitiv, jumătate din valoarea pasului 4 mm:

$$\frac{p}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$De = Dp + 2 = 53{,}1 + 2 = 55{,}1 \text{ mm.}$$

Cunoscînd diametrele roţii dinţate se trece la calculul raportului de transmisie. Acest calcul se aseamănă cu acel al roţilor cu fricţiune cu deosebirea că în loc de diametre se va folosi numărul de dinţi.

De exemplu, pentru construirea unui angrenaj cu două roţi dinţate, avînd raportul de transmisie $i=6$ se foloseşte relaţia:

$$\frac{Z_1}{Z_2}=i.$$

Z_1 reprezintă numărul de dinţi ai roţii motrice 1, iar Z_2 numărul de dinţi ai roţii antrenate. Trebuie deci ca roţile să aibă astfel ales numărul de dinţi încît raportul i să fie egal cu 6.

Astfel pentru $Zi=60$ dinţi şi $Z_2=10$ dinţi.

$$\frac{Z_1}{Z_2}=\frac{60}{10}=6.$$

Aceasta înseamnă că roata cu 10 dinţi se va roti de 6 ori mai repede decît cealaltă.

Pentru un angrenaj cu 3 roţi dinţate (fig. 20, d) se aplică formula:

$$\frac{Z_1}{Z_2}\times\frac{Z_2}{Z_3}=i.$$

Exemplu: Dacă raportul $i=5$, se alege după dorinţă un număr de dinţi al fiecărei roţi astfel: $Z_1=40$; $Z_2=30$; $Z_3=10$. Înlocuind în formulă se obţine:

$$\frac{40}{30}\times\frac{30}{10}=\frac{1200}{300}=4.$$

Deci $i=4$. Pentru un angrenaj cu mai multe roţi dinţate formula se amplifică:

$$\frac{Z_1}{Z_2}\times\frac{Z_2}{Z_3}\times\frac{Z_3}{Z_4}=i.$$

În figura 20, e este prezentată schiţa unui angrenaj cu şurub fără sfîrşit, adică angrenarea unei roţi dinţate cu un şurub avînd pasul egal cu pasul roţii dinţate. Raportul i al acestor angrenaje este foarte mare, putînd depăşi 1 : 40 echivalent cu un sistem cu foarte multe roţi dinţate. Şurubul fără sfîrşit poate fi pus în acţiune de o manivelă sau un motoraş antrenînd roata dinţată cu o viteză de rotaţie mare.

Raportul de transmisie i depinde de numărul de dinţi z ai roţii şi de numărul de începuturi n ale şurubului, care în cazul construcţiilor de amatori poate fi considerat egal cu 1. Iată formula raportului de transmisie:

$$i=\frac{Z_1}{n}=\frac{Z_1}{1}$$

În cazul unei roţi dinţate avînd $Z=70$ dinţi raportul poate fi:

$$i=\frac{70}{1}=70$$

Deci pentru o rotaţie completă a roţii dinţate, şurubul fără sfîrşit va trebui să efectueze 70 de rotaţii. Este vorba aşadar, de un reductor de viteză foarte interesant.

Pentru a afla, de pildă, ce raport i este necesar unui mecanism de reducerea turaţiei unui

motor de la 800 de rotaţii la 10 rotaţii se aplică formula:

$$i = \frac{Z_1}{1} = \frac{N_2}{N_1}$$

în care N_1 reprezintă turaţia roţii dinţate iar N_2 — turaţia şurubului fără sfîrşit

$$i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{800}{10} = 80$$

Deci va trebui să se execute o roată cu 80 de dinţi.

Execuţia roţilor dinţate se face după efectuarea calculelor din care se deduc: numărul de dinţi, mărimea pasului şi diametrului primitiv *Dp,* despre care s-a scris mai înainte. Cunoscînd lungimea circumferinţei (*Lc*) şi *Dp* se trasează cu compasul pe o tablă de 2 mm grosime cercul respectiv. Se împarte tot cu compasul cercul trasat în atîtea părţi, cîţi dinţi va avea roata ($Lc : n = Xz$).

Se punctează locurile dinţilor şi se găuresc cu un burghiu de diametru egal cu p/2.

Urmează decuparea fiecărui gol dintre dinţi cu ajutorul unui ferăstrău de traforaj. Se rotunjesc dinţii cu o pilă şi se netezesc cu şmirghel. Antrenarea roţii cu şurubul melcat (fără sfîrşit) se poate face fie cu o curea pe un scripete fixat de roată, fie cu o roată din lemn avînd bătuţi în partea laterală nişte dinţi de lemn (fig. 20, a) sau cu o cremalieră (fig. 20, c).

Confecţionarea şurubului fără sfîrşit se poate face uşor dintr-un ax metalic, peste care se introduce un arc elicoidal cositorit după ce i s-a fixat pasul prin întindere.

Roata dinţată se fixează în lagăr astfel încît să păsuiască (calce) pe jumătatea grosimii şurubului.

Capitolul IV

CONSTRUIŢI MICROMOTOARE

Înainte de a construi tot felul de motoare alimentate de una din formele de energie naturală amintite la începutul cărţii este bine să cunoaştem semnificaţia termenului de *motor:* maşină care transformă o formă de energie în energie mecanică pentru acţionarea altei maşini, vehicul etc. Termenul de *maşină* a fost explicat la începutul capitolului III.

Menţionăm totodată că în descrierea diferitelor tipuri de motoraşe, vor fi întîlnite şi modele, bazate pe aceleaşi principii ca şi motoarele adevărate, modele care funcţionează însă fără a avea vreo întrebuinţare practică. Aşa sînt, de pildă, motoraşele cu aer cald (sînt motoraşe demonstrative), motoraşe de cauciuc precum şi cele magnetice. Acolo unde este posibil, vor fi date indicaţii de construcţie pentru motoare utile (eoliene, hidraulice, termice) capabile să acţioneze unele mecanisme. Scopul urmărit este de a constata prin studiu comparativ, care este randamentul fiecărui motor.

Construind şi făcînd practică cu micromotoare puteţi încerca şi alte motoare de dimensiuni mai mari. Varietatea tipurilor de motoare fiind foarte mare, spaţiul cărţii nu permite să le descriem pe toate. Rămîne ca tinerii constructori să-şi dovedească ingeniozitatea şi cu pasiunea caracteristică amatorilor să se avînte cu mult curaj în descoperirea de noi modele de motoare funcţionale.

Trecînd de la simplu la complex, vor fi prezentate pe rînd, după natura energiei folosite, micromotoare din ce în ce mai complicate, iar la sfîrşit, ca un răspuns la întrebarea „Perpetuum mobile?" se va răspunde documenat „Imposibil!", fapt cu care vor fi de acord, credem, toţi tinerii constructori ce urmăresc paginile acestei cărţi.

Urmărind un scop bine definit, chiar amuzîndu-se cu motoare-jucării, tînărul constructor va pătrunde mai uşor tainele marilor centrale electrice, dezvoltîndu-şi pe nesimţite spiritul creator.

Motoare cu elemente elastice

Asemenea maşini întîlnim la tot pasul, în casele noastre, pe stradă şi aproape fiecare om poartă cu el un astfel de obiect atît de necesar:

este vorba de ceasornic. Mulţi au încercat să acţioneze dinamuri (maşină electrică rotativă generatoare de curent electric continuu) cu ajutorul arcurilor, dar fără sorţi de izbîndă. Să vedem de ce?

Se ştie că un resort (arc spiral) poate să efectueze lucru mecanic cînd este comprimat. Sub acţiunea unui resort spiral funcţionează ceasornicele. Tot din această categorie fac parte săgeţile aruncate din arcuri, praştiile etc.

Înseamnă, deci, că energia unui resort întins sau deformat în alt mod este mai mare decît energia unui resort nedeformat. Energia corpurilor elastice deformate trebuie să fie considerată o formă de energie potenţială, deoarece şi ea depinde de starea resortului, de poziţia diferitelor părţi ale lui, una faţă de alta. Se spune că deformarea unui corp elastic este proporţională cu forţa aplicată (legea lui Hooke).

Deformările pot fi de diferite feluri: alungire şi comprimare, încovoiere, torsiune (răsucire). Tocmai această proprietate a unora dintre corpuri (solide, lichide sau gazoase) de a-şi schimba forma (deforma) şi de a reveni la starea iniţială după încetarea solicitărilor se numeşte *elasticitate*. Condiţia este ca deformarea să dispară total după îndepărtarea forţelor de contact. Trebuie să subliniem însă că nu există deformare complet elastică, apărînd şi deformări remanente, cu cît corpul a fost supus un timp mai lung acţiunii de deformare. Corpurile, cum sînt ceara, plumbul, argila umedă se numesc *plastice*, deoarece se deformează ireversibil sub acţiunea solicitărilor mecanice exterioare.

Motorul cu cauciuc, des utilizat de aero şi navomodelişti este uşor de construit.

Ca să probaţi energia potenţială înmagazinată într-o fîşie de cauciuc, pe care o puteţi transforma în energie cinetică amintiţi-vă de cunoscutul arc cu săgeţi; construiţi un planor după modelul celui din figura 21 şi „lansaţi-l" cu un amortizor. Aripa poate fi de carton gros de 1 mm cu lungimea de 24 cm. Corpul planorului se cioplește dintr-o scîndură de 12 cm lungime şi 1 cm grosime, rotunjit la capete, iar la coadă este mai îngust. Cîrma pătrunde în fuselaj cam 1—2 cm. Aripa se va fixa cu 2 cuişoare avînd şaibe de tablă pentru a nu pătrunde în carton.

Dacă planorul se repede cu botul în pămînt la lansare, înseamnă că nu este echilibrat şi se mai cioplește fuselajul în faţă. Dacă din contră, se ridică brusc în sus, înseamnă că botul

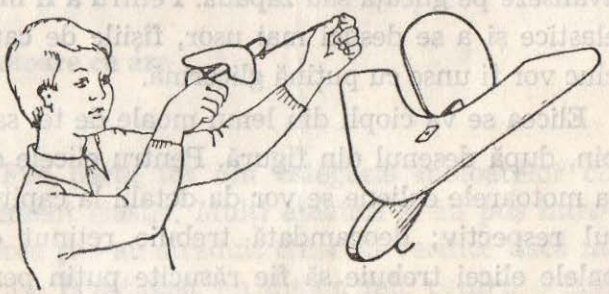


Fig. 21.
Planor „lansat"
cu o praştie de cauciuc.

BIBLIOTECA JUD.
MEHEDINŢI
Filiala Schela

este prea uşor şi se mută aripa mai aproape de bot cu 1—2 cm. Îndoind puţin în sus marginile din spate ale aripii, planorul va urca mereu în timpul zborului. Prin diferite reglaje se obţin multe zboruri interesante. Un model reuşit poate străbate în zbor o distanţă de 50—60 de paşi.

Motor cu cauciuc răsucit. După cum s-a spus, corpurile elastice pot suferi deformări diferite. Modelul dinainte era cu motor de cauciuc prin alungire. Un tip de motor cu cauciuc prin răsucire se vede în figura 22. El poate fi aplicat la un cărucior, o sanie cu elice şi chiar la un aeromobil sau submarin.

Aerosania din figura 22, *a* se construieşte din baghete de lemn, una de lungime 20 cm şi alta, transversală, lîngă elice, de 10 cm. Schiurile sînt tot din scîndurele subţiri. Răsucind „motorul" care poate fi o fîşie tăiată dintr-o cameră de bicicletă sau un cauciuc special de 2 mm grosime (6—7 fîşii) şi apoi dînd drumul elicei, aceasta, prin învîrtire, va face sania să avanseze pe gheaţă sau zăpadă. Pentru a fi mai elastice şi a se desuci mai uşor, fîşiile de cauciuc vor fi unse cu puţină glicerină.

Elicea se va ciopli din lemn moale de tei sau pin, după desenul din figură. Pentru elicele de la motoarele eoliene se vor da detalii la capitolul respectiv; deocamdată trebuie reţinut că palele elicei trebuie să fie răsucite puţin pentru a tăia aerul. Lungimea elicei este de 20 cm, iar lăţimea de 2 cm şi grosimea de 1,5 cm.

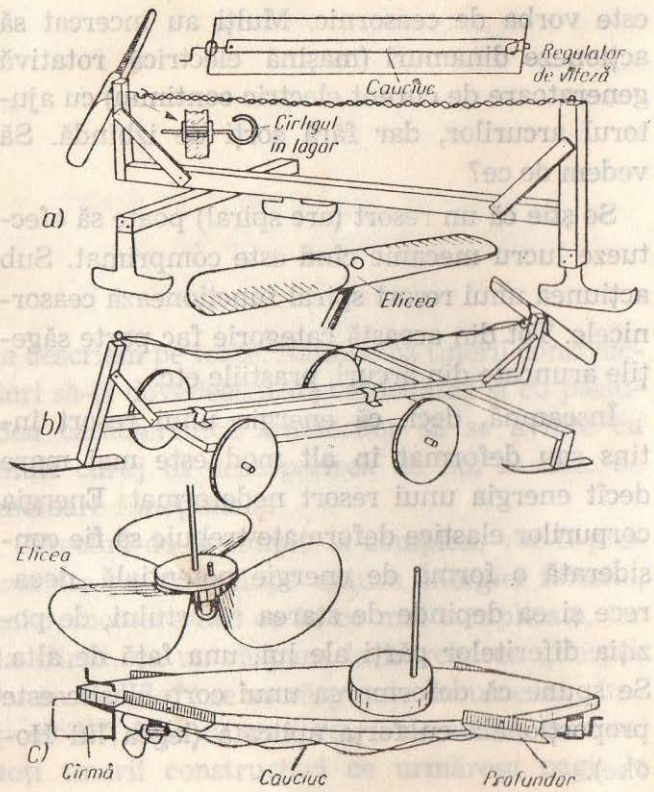


Fig. 22.
Modele de vehicule şi nave cu motor de cauciuc.

Căruciorul cu elice (fig. 22, *b*) constă dintr-un cărucior pe care a fost plasată aerosania. Modul de pornire este, deci, identic.

Submarinul (fig. 22, *c*) are forma stilizată, dar poate pluti şi se afundă la comanda imprimată prin aripioarele „profundoare" pe care le posedă. Aici elicea are o formă specială, după cum se observă şi este tăiată dintr-o bucată de tablă în formă de disc cu diametrul de 5 cm.

Restul construcției e simplă, iar „lansarea" la apă nu creează greutăți.

Aeromodelul din figura 23 are fuselajul confecționat din baghete subțiri, iar aripile din hîrtie. Elicea poate fi de forme diferite sau chiar făcută din 2 pene de pasăre. Motorul de cauciuc și funcționarea sînt identice cu cele de mai sus. Lungimea aripilor este de 200 mm, iar lățimea de 85 mm.

O altă aplicație a motorului de cauciuc este prezentată în figura 24, *a*, mosorelul cu motor de cauciuc, care după răsucire se destinde și se rotește pe o masă, cu o viteză constantă datorită frînării cu bagheta din stînga lui. Cauciucul se introduce prin interiorul mosorelului, care poate urca și pe un plan înclinat.

În figura 24, *b*, este prezentat un cărucior la care motorul de cauciuc funcționează prin alungire și destindere. Diametrul roților este de

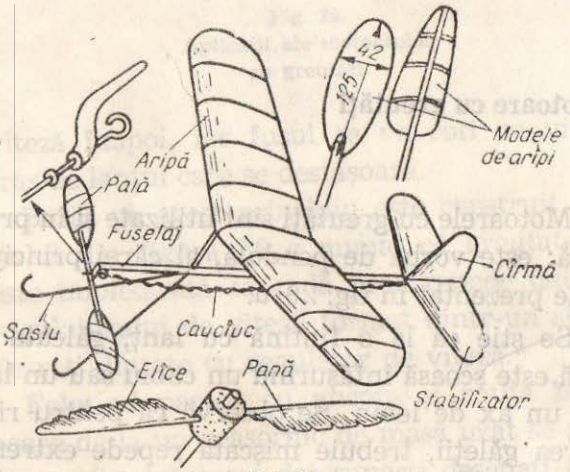


Fig. 23.
Aeromodel de cameră din paie și hîrtie cu motor de cauciuc.

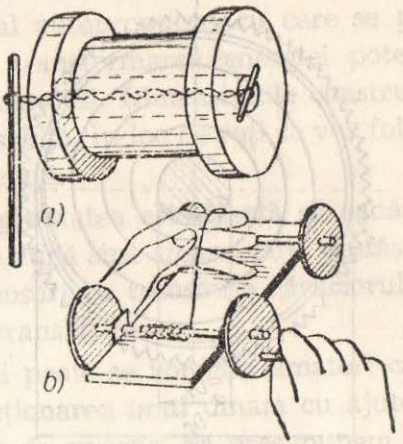


Fig. 24.
Mosorelul cu motor de cauciuc.

7 cm și poate parcurge aproape 1 m. Se pot lega 2 sau 3 fîșii de cauciuc în paralel și, desigur, puterea lui de transport va crește.

Toate aceste motoare-jucării, deși nu dezvoltă o putere prea mare, totuși sînt utile în multe cazuri experimentale, pentru a demonstra unele fenomene fizice.

Motoare cu arc

Fac parte tot din categoria motoarelor cu element elastic. Mulți amatori și-au pus întrebarea și s-au străduit chiar să verifice dacă nu poate fi acționat un dinam mic pentru o lanternă cu ajutorul unui arc. Înainte de a experimenta este indicat să se facă un mic calcul.

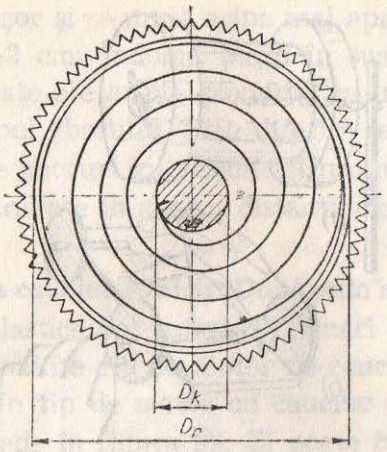


Fig. 25.
Arc spiral în
casetă cu dinți.

De exemplu, un bec de lanternă de 3,5 V și 0,2 A ar consuma o putere de 3,5 V×0,2 A= =0,7 W. Cît de mare ar trebui să fie resortul ca, trăgîndu-l o singură dată, să pună în mișcare timp de 30 de minute dinamul respectiv? Chiar cu un randament de cel mult 0,5, arcul va trebui să dea 0,7 W : 0,5=1,4 W.

Un arc spiral introdus într-o casetă cilindrică dințată pentru angrenare (fig. 25), avînd diametrul casetei în interior Dh=200 mm și diametrul osiei Dk=80 mm trebuie să aibă și o grosime corespunzătoare egală cu 1 mm și o lățime de 70 mm. Este un resort destul de puternic după cîte se constată.

Din tehnică se știe că numărul de spire răsucite ale unui arc este în așa fel ales încît să ocupe inițial jumătate din locașul său. Fără a intra în detalii, care nu interesează, dealtfel, pe amator, datorită dezavantajelor motoarelor cu arc în practică (are pierderi prin frecare și căldură, forța este variabilă, randamentul foarte scăzut) se constată din calcul că arcul propus avînd o lungime de 13 m va dezvolta o putere P=64,6 W.

S-a spus la început că dinamul cere 1,4 Ws, iar arcul oferind la destindere o putere totală de numai 64,6 Wm, dinamul se va roti și becul va arde doar: 64,6 : 1,4=46 secunde!

Rezultă că un arc de oțel de 13 m lungime, 7 cm lățime și 1 mm grosime nu va putea face să ardă un bec de lanternă nici măcar un minut, iar pentru a arde o oră este nevoie de 90 de arcuri asemănătoare care să se declanșeze unul după altul. Cititorii vor aprecia de la primele motoare descrise, avantajele și dezavantajele fiecărui fel de energie și de motor.

Motoare cu greutăți

Motoarele cu greutăți sînt utilizate și în practică: este vorba de pendulă, al cărei principiu este prezentat în fig. 26, *a*.

Se știe că la o fîntînă cu lanț, găleata cu apă este scoasă înfășurînd un cablu sau un lanț pe un ax de lemn. Se observă că pentru ridicarea găleții, trebuie mișcată repede extremitatea brațului lung al pîrghiei. Dacă scapă manivela din mînă, atunci găleata va cădea cu

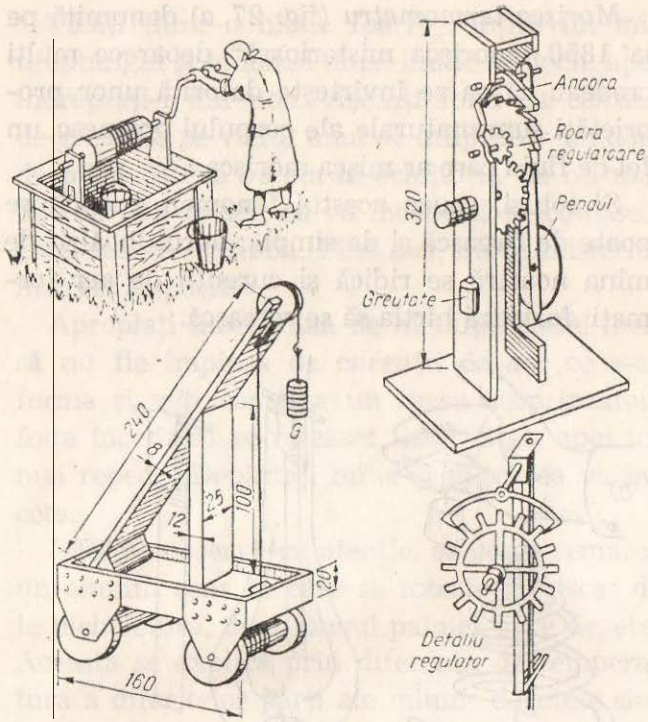


Fig. 26.
Aplicații ale motoarelor cu greutăți.

viteză înapoi, iar fusul se va roti cu viteză, tras de lanțul care se desfășoară.

Bazat pe acest principiu este construit pendulul din figura 26, *a* numai că greutatea *G* este împiedicată să cadă prea repede datorită regulatorului de viteză format dintr-un sistem de roți dințate cu regulator de viteză.

Folosind partea cu ancora și rotița balansoare de la un ceasornic de masă uzat se poate improviza între cei doi suporți desenați în figură, un motoraș cu greutăți.

Al doilea model de motor cu greutăți este căruciorul autopropulsat cu care se poate demonstra transformarea energiei potențiale în energie cinetică. Dimensiunile construcției sînt date pe schiță. În loc de roți se vor folosi 2 mosoraşe de ață.

Cînd greutatea este lăsată să cadă liber, ea va trage după sine sfoara care, desfășurîndu-se de pe mosor, va transmite căruciorului o mișcare de translație.

Și aici poate se vor găsi amatori care să încerce acționarea unui dinam cu ajutorul acestei surse de energie. Să presupunem tot exemplul cu generatorul de 4 V, 1 A, cu o putere deci P=4 W sau 4 W×0,102=0,408 Kgm/s. La un randament η=0,82 forța greutății 0,408 : 0,82=0,5 Kgms. Cu alte cuvinte, în fiecare secundă, o greutate de 0,5 Kg coboară un metru. În locul greutății de 1 Kg se poate lua una de 5 Kg, care să coboare numai 0,1 (10 cm) pe secundă. Dar să admitem, pentru a fi mai raționali o greutate de 25 Kg. Drumul străbătut de greutate va fi:

0,5 Kgm/s : 25 Kg=0,02 m/s sau 2 cm/s.

Dacă dinamul ar funcționa 2 ore adică 2×60×60=7 200 secunde, greutatea ar trebui să coboare (timpul×spațiul) 7 200×0,02 m=144 metri. Nu se poate imagina că ar construi cineva un turn de 144 m înălțime pentru a acționa cu greutăți, un dinam care să furnizeze electricitate pentru cîteva beculețe de lanternă doar timp de două ore.

Să admitem totuşi că cineva mai tenace ar reduce înălţimea turnului mărind valoarea greutăţilor. De exemplu: pentru 3 m înălţime ar fi nevoie de o greutate destul de neavantajoasă (25×144 : 3=1 200 kg) afară de faptul că ar fi necesar să se utilizeze şi un sistem de transmisie cu roţi pentru micşorarea înălţimii.

În concluzie trebuie căutat alt sistem energetic mai eficient.

Motoare cu aer cald

S-ar părea, la prima vedere, că aerul cald nu constituie o energie de luat în seamă. Aşa s-a crezut la început şi despre puterea vaporilor de apă pînă cînd, în secolul al XVI-lea, au apărut motoarele termice cu abur care pun în mişcare pînă în ziua de azi locomotive, vapoare, centrale termoelectrice.

Principiul motoarelor cu aer cald e nespus de simplu: aerul cald, dilatîndu-se, devine mai uşor decît aerul rece şi tinde totdeauna să se ridice, formînd curenţi de aer. Acest fapt este esenţial în prognozele meteorologice şi se învaţă încă din clasele elementare.

Printr-o serie de experienţe interesante făcute cu ajutorul unor simple morişti va fi evidenţiată forţa elastică a vaporilor şi a gazelor ce se dilată prin încălzire.

Morişca termometru (fig. 27, *a*) denumită pe la 1850 „morişca misterioasă" deoarece mulţi credeau că ea se învîrteşte datorită unor proprietăţi supranaturale ale corpului omenesc, un fel de fluid care ar mişca morişca.

Şi totuşi, cauza acestui fenomen este cît se poate de firească şi de simplă: aerul încălzit de mîna noastră se ridică şi curenţii de aer formaţi forţează hîrtia să se rotească.

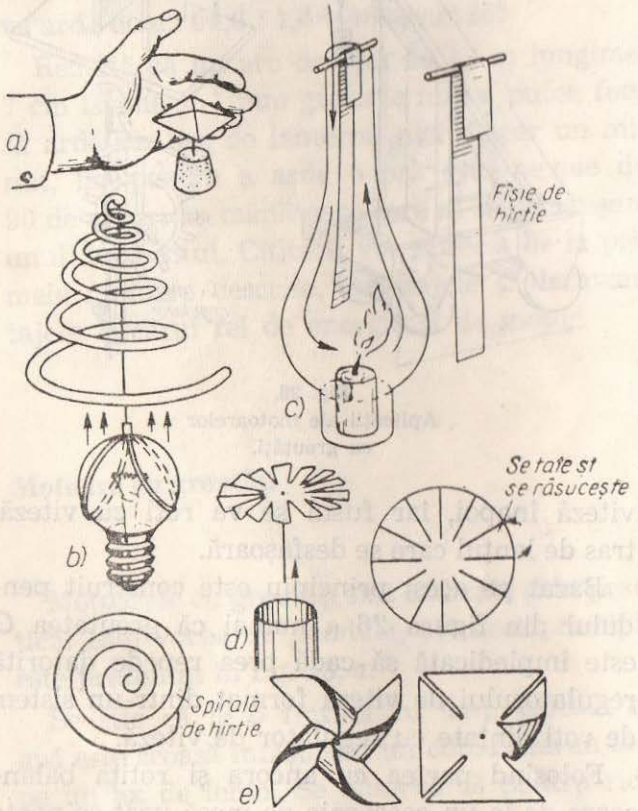


Fig. 27.
Morişti bazate pe principiul curenţilor de aer.

Tăiaţi dintr-o hîrtie foarte subţire un mic dreptunghi şi îndoiţi-l după liniile mijlocii, apoi îndreptaţi-l din nou. Aşezaţi foiţa cu centrul de greutate pe vîrful unui ac înfipt într-un dop, de pildă. Hîrtia va sta în echilibru. La cel mai mic curent de aer, ea va începe să se rotească, fiind foarte sensibilă. Pînă aici, nimic misterios în acest dispozitiv.

Apropiaţi încet mîna de hîrtiuţă, astfel încît să nu fie împinsă de curenţii de aer ce s-ar forma şi veţi constata un lucru surprinzător: foiţa începe să se rotească, întîi încet, apoi tot mai repede. Depărtaţi mîna şi mişcarea va înceta.

Dacă se observă cu atenţie, se poate remarca un anumit sens în care se roteşte morişca: de la încheietură, de-a lungul palmei, spre degete. Aceasta se explică prin diferenţa de temperatură a diferitelor părţi ale mîinii: degetele sînt mult mai reci decît palma, de aceea în apropierea palmei se formează un curent de aer ascendent mai puternic, care loveşte deci mai puternic foiţa decît curentul produs de căldura degetelor.

Ceva mai mult: se poate constata că în cazul unui organism care are febră, sau în general o temperatură mai ridicată, atunci morişca se roteşte mult mai repede, de unde şi denumirea de „morişcă termometru".

Morişca spirală sau „şarpele rotitor" este cel mai simplu „motor" cu aer cald. Se decupează dintr-o bucată de carton de dosar o spirală după modelul celui din figura 27, *b* şi se aşează pe un suport deasupra unei surse de căldură: bec electric, calorifer, lampă cu petrol, lampă cu spirt. Se va constata că tot datorită curenţilor de aer cald ascendenţi şi acest motoraş se va roti continuu fără a fi un „perpetuum mobile", el fiind alimentat cu energie termică radiantă. Cu cît cantitatea de căldură e mai mare cu atît şi morişca se va învîrti mai repede. Morişca devine deci un dispozitiv de control a temperaturii sursei de căldură.

Existenţa curenţilor de aer poate fi dovedită cu o sticlă de lampă, care devine un mic turn de tiraj (fig. 27, *c*). Se ştie că propagarea căldurii prin gaze şi lichide se face prin curenţi. Straturile de aer încălzit devin mai puţin dense, deci mai uşoare şi se urcă sub formă de curenţi ascendenţi. Invers, straturile mai reci sînt mai dense şi coboară sub formă de curenţi descendenţi. Aşa se explică circulaţia curentului de aer fie că e vorba de o sticlă de lampă, de o încăpere sau de atmosferă.

Mai întîi se pune o sticlă de lampă fără fîşia de hîrtie peste o lumînare aprinsă. Neavînd „tiraj" de aer cu oxigen pentru ardere lumînarea se va stinge. Aerul încălzit de flacără iese pe gîtul sticlei, nepermiţînd intrarea curenţilor descendenţi de aer rece, proaspăt.

În cazul că se plasează o fîşie de hîrtie, arderea lumînării va fi posibilă, deoarece acum, circulaţia curenţilor descendenţi este asigurată conform săgeţilor din figură.

Morişca cu disc (fig. 27, *d*) este o variantă a moriştei spirală. Acest disc poate fi confec-

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINŢI

ţionat fie dintr-o tablă subţire, de exemplu, cea de la cutii de conserve, fie din carton şi va avea un diametru de 80 mm. După crestarea radială a discului în 9—10 părţi, aripioarele se vor răsuci uşor. Se obţine o elice cu mai multe pale care se montează pe vîrful unui ac de tricotat înfipt într-un suport. Dispozitivul aşezat deasupra unei lămpi cu spirt sau al unei lumînări se va învîrti cu rapiditate.

Morişca de hîrtie cu care toţi copiii se joacă fără să-i cunoască principiul este iarăşi o aplicaţie a acţiunii curenţilor de aer, întocmai ca la morile de vînt (fig. 27, *e*). Ea poate fi agăţată cu un fir de aţă deasupra unui calorifer şi se va vedea cum se roteşte.

Abajurul rotitor (fig. 28, *a*) este construit dintr-o hîrtie mai groasă, în formă de trunchi de con, avînd tăieturile din capac îndoite în sus. Baza abajurului se transformă astfel într-un ventilator cu aripi. El se poate aşeza pe o lampă electrică sau cu petrol, într-un mod asemănător cu cel din figura 27, *b*, vîrful suportului intrînd într-un locaş din centrul bazei abajurului.

Motorul cu aer cald (fig. 28, *b*) se roteşte datorită lovirii de către aerul cald ascendent a aripioarelor, punîndu-le în mişcare. Ca sursă de căldură poate fi folosită o lampă cu spirt sau o sticluţă cu gîtul subţire, prin care s-a introdus un fitil de bumbac. Dacă foiţele din care este compusă morişca sînt colorate, efectul devine mai interesant. Cilindrul de tiraj se poate construi dintr-o cutie de conserve sau o

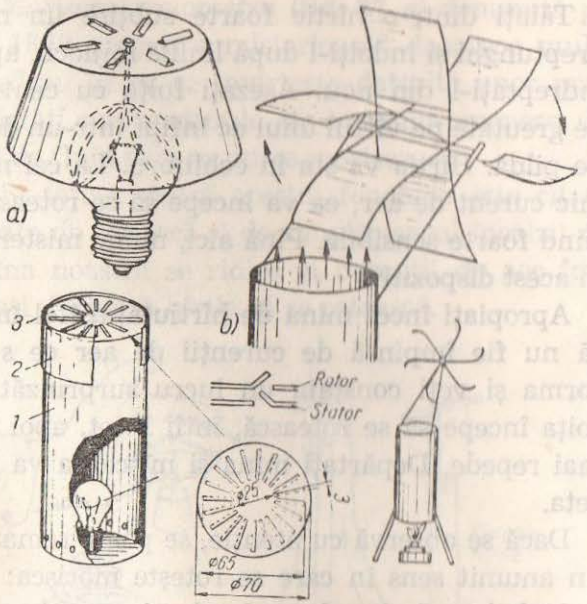


Fig. 28.
Abajur rotitor, motor şi turbină cu aer cald.

bucată de burlan cu diametrul de 7 cm şi înălţimea de 15 cm. Ramele braţelor moriştii se fac din sîrmă pe care se lipeşte hîrtia. Axul moriştii este susţinut de două braţe tot de sîrmă lipită cu cositor de burlan. Profilul aripioarelor se curbează uşor pentru a opune o rezistenţă mai mare aerului cald, care, ridicîndu-se mereu, le va sili să se învîrtească.

Turbina cu aer cald (fig. 28, *c*) este o formă perfecţionată a motoarelor cu aer cald. Statorul (1) va fi construit dintr-o cutie de conserve de 0,5 Kg care să aibă înălţimea mai mare decît baza, iar rotorul (2) dintr-o altă cutie de con-

serve cu baza mai mare în diametru decît înălțimea, diametrul capacului trebuind să fie mai mare decît cel al statorului.

În partea de jos a statorului se taie capacul și se dă de jur împrejurul cutiei o serie de găuri rotunde cu diametrul de 5 mm fiecare, la distanță de 10 mm una de alta.

În partea de sus a statorului, pe fundul cutiei, se taie 20 ferestre cu aripioare (3) ca la abajurul din figura 24, *a*. Operația se face cu o daltă ascuțită. Lungimea fiecărei tăieturi va fi de 20 mm și lățimea de 3 mm. Așa cum se arată în figură, se taie numai trei laturi ale ferestrelor (cele cu linie continuă în desen), apoi se îndoaie în sus cu un cleşte patent pe linia punctată.

În centrul capacului statorului se va face o gaură cu diametrul de 1 mm, prin care se trece un cuișor de jos în sus lipindu-l cu cositor, astfel ca să fie deasupra de 5 mm lungime. Se va centra apoi cutia de tablă ce formează rotorul, prin suspendarea ei în vîrful unui cui pînă va avea un echilibru perfect. În această poziție se va face cu un cui un locaș cu adîncimea de 1 mm, fără a-l perfora.

Se vor construi și la rotor ferestrele cu aripioare ca și la stator avînd aceleași dimensiuni și suprapunîndu-se ca poziție, numai că îndoirea lor se va face în sens invers ca la stator (vezi figura).

Suportul pentru becul electric (4) sau eventual lumînare se va executa după dorință. Punerea în funcțiune a turbinei se face încercînd mai întîi dacă rotorul se mișcă ușor și nu freacă de stator. Imediat după aprinderea sursei de căldură rotorul va începe să se rotească, viteza lui fiind cu atît mai mare cu cît temperatura camerei este mai scăzută.

Chiar dacă puterea motoarelor cu aer cald este infimă, pe principiul lor se construiesc ventilatoare utile plasate la ferestrele halelor de lucru pentru ventilația aerului.

Motoraşul magnetic (fig. 29, *a*) este un tip original de motor a cărui funcționare are la bază atît proprietatea de atracție a magneților cît și proprietatea că prin încălzirea la roșu a fierului (și a altor metale magnetice) acesta nu mai este atras de magnet. Deci, motoraşul magnetic a fost plasat în acest capitol fiind vorba tot de utilizarea căldurii.

Mai întîi o experiență preliminară. Un cadru de sîrmă de fier atîrnat de un suport se vede că, în primul desen (fig. 29, *a*), este atras de magnet. În cazul al doilea, dacă sîrma este încălzită nu mai este atrasă de magnet. Teoriile explică fenomenul astfel: prin încălzirea puternică a unui metal feromagnetic, așezarea ordonată a magneților elementari este distrusă de agitația termică mai accentuată și face să dispară proprietățile magnetice ale fierului.

Motorul magnetic (fig. 29, b) este construit pe acest principiu. Cadrul (1) confecționat dintr-un material antimagnetic (tablă de aluminiu sau alamă) este plasat pe un postament de scîndură (2). Pe brațul din dreapta se așază un magnet în formă de bară (4). În celălalt braț

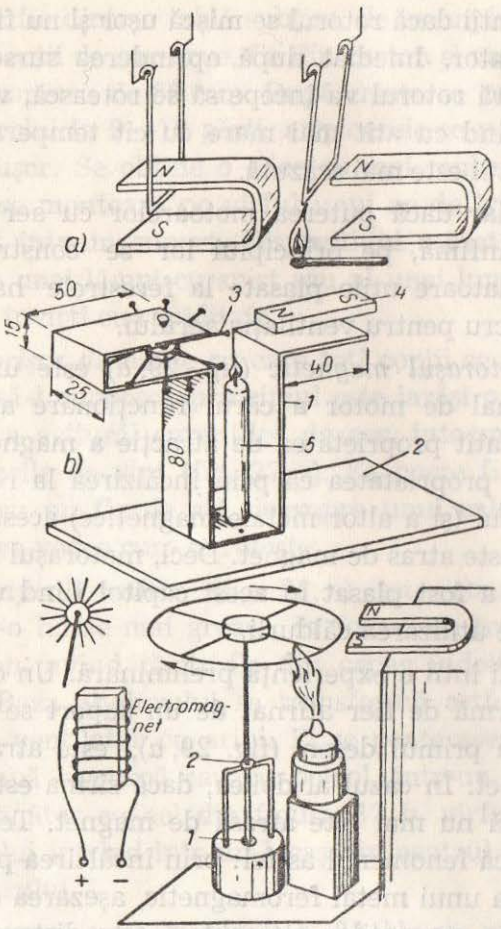


Fig. 29.
Motoare magnetice.

îndoit în formă de U, se așează rotorul motorașului format dintr-un dop de plută în care sînt înfipte cuie de fier de 2 mm grosime. Axul rotorului se rotește în găurile făcute în cadrul U. Ca sursă de încălzire poate fi utilizată o lumînare (5) sau o lampă cu spirt.

Modul de funcționare: la început unul din cuie se va afla în fața polului magnetului, fiind atras de acesta. Cînd cuiul va fi încălzit, magnetul nu mai acționează asupra lui, atrăgînd un alt cui de alături. Cu cît cuiul va fi mai subțire, încălzirea se va face mai ușor, demagnetizarea se va produce mai repede, iar mișcarea rotorului va fi mai regulată.

Motorul original cu roată (fig. 29, c) a cărui construcție este simplă, necesită o bucată de sîrmă subțire de fier (1 mm) și un dop de plută în care se înfig spițele care sînt de cupru. Axul motorului se confecționează dintr-un ac de tricotat perfect drept fixîndu-l pe un postament format dintr-o mărgea găurită (1) iar lagărul (2) dintr-un nasture lipit de sîrme cu ceară roșie.

Dacă se încălzește cu o flacără o porțiune a roții în fața unuia din polii magnetului, după înroșirea sîrmei de fier roata se va învîrti încet dar continuu în sensul săgeții. Urmează o nouă porțiune a roții să se încălzească și rotirea se repetă.

O variantă a acestui motor, mai simplă și mai ușor de realizat constă în executarea unui rotor sudînd 30—40 sîrme subțiri de fier pe un disc tot de fier, astfel încît să se formeze o umbreluță. Restul este asemănător cu motorul precedent. În locul magnetului permanent se poate folosi un electromagnet alimentat de la un mic acumulator. Rotirea acestui motor e mai rapidă ca la celelalte descrise mai înainte.

Motoare hidraulice

Apa curge, apa are masă, şi o masă care se deplasează oferă energie gratuită.

Iată, în sfîrşit, va spune cititorul, o sursă de energie convenabilă. De data aceasta, amatorul are dreptate, căci apa se foloseşte de mii de ani ca sursă de energie majoră.

Motorul acţionat de apă, a cărui apariţie marchează o epocă nouă în istoria omenirii, este provenit din roţile de irigaţie utilizate încă din antichitate. Privind o roată de irigaţie cu cupe se poate uşor înţelege cum a fost inventat motorul acţionat de apă cu aproape 4 000 de ani în urmă.

La începuturile ei, roata hidraulică era mişcată de sclavi şi servea ca pompă, prin cupele cu care era înzestrată, spre a trimite apa prin jgheaburi sau şanţuri pe cîmpuri. S-a observat însă că roata lăsată singură era mişcată încet chiar de apa curgătoare. Aşa s-a născut gîndul ca apa să mişte roata, să-i umple cupele, care ajunse sus, să se verse în jgheaburi şi să ude grădinile. De aici şi pînă la roata de moară nu mai era decît un pas.

Din punct de vedere al tehnicii moderne, o asemenea roată se poate denumi fără a greşi „maşină". Ea lucrează fără nici un efort din partea omului transformînd o formă de energie (hidraulică) în altă formă de energie (mecanică).

În secolul aburului şi al electricităţii şi energiei atomice s-ar părea că roata de moară, ca reprezentantă a unei tehnici învechite şi depăşite, nu mai are altceva de făcut decît să dispară. Dar cum totul este perfectibil, gîndindu-se la roata de moară, inventatorii au realizat o roată de moară cu palete, turbina hidraulică, a cărei funcţionare este continuă, uniformă, lipsită de mecanisme complicate şi greoaie (fig. 30). După cum la început roţile de apă erau de tipul „cu aducţiune inferioară" (apa lovea în partea inferioară a roţii) în evul mediu au apărut roţile „cu aducţiune superioară", tot la fel şi turbinele au fost continuu îmbunătăţite. Astfel, pentru creşterea randamentului lor, meşterii români, anticipînd moderna turbină Pelton, au construit „roata cu făcaie" care avea nişte palete scobite şi curbate, fixate pe butucul roţii. Alte tipuri de turbine apărute mai

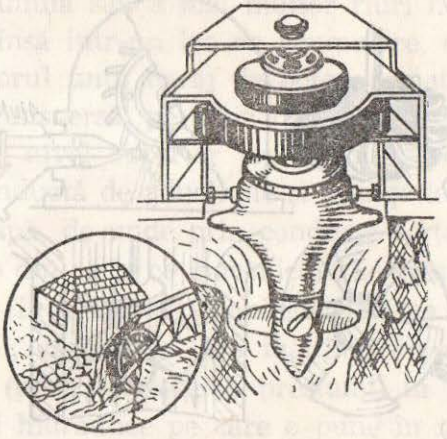


Fig. 30.

Roata morii s-a transformat în turbină hidraulică cu generator electric.

tîrziu sînt: turbina radial-axială pentru căderi de apă mari; turbinele elicoidale cu palele în forma unei elice de vas; turbinele Kaplan sau turbinele cu reacţie, cu pale rotative pentru marile hidrocentrale de şes cu debite importante de apă. În figura 31 sînt reprezentate pentru comparaţie diferite tipuri de mori de apă şi turbine hidraulice: a — mori de apă cu aducţiune inferioară-superioară; b — roata cu făcaie şi turbina Pelton; c — turbină elicoidală şi turbina Kaplan.

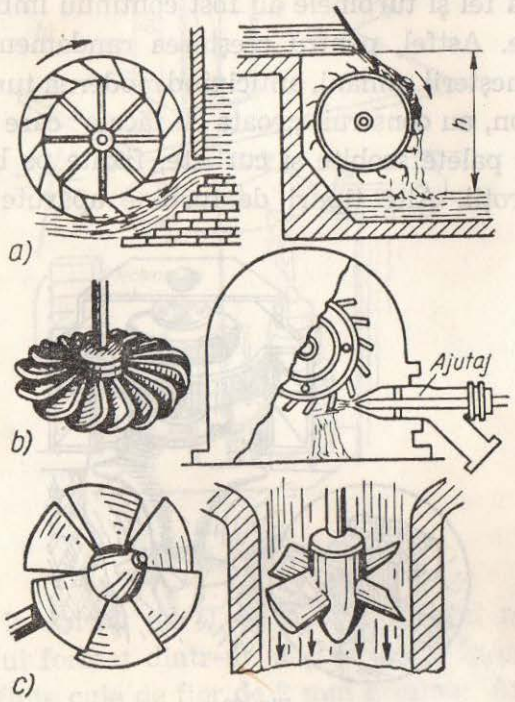


Fig. 31.
Roţi de apă
şi diferite tipuri
de turbine hidraulice.

În cadrul acestei cărţi nu se pot trece în revistă toate tipurile de turbine (cu atac inferior, mijlociu sau superior după sectorul în care şuvoiul de apă loveşte roata) dar vor fi date după prezentarea cîtorva modele de micromotoare hidraulice, indicaţii privind construcţia unei uzine hidraulice în miniatură.

Dar mai întîi să aflăm cum se calculează puterea unei centrale hidraulice? Pentru aceasta trebuiesc cunoscute trei mărimi: 1) *debitul* de apă care trece prin motorul centralei într-o secundă; debitul de apă se poate determina măsurînd suprafaţa secţiunii transversale a rîului (fig. 32, *a*) şi *viteza* medie a curentului apei în această secţiune; 2) *presiunea apei,* adică diferenţa dintre nivelul de apă din canalul superior şi canalul inferior al centralei (fig. 32, *b*); 3) randamentul motorului hidraulic.

Mecanica fluidelor ne învaţă că puterea unei cantităţi de apă, de greutate G kg, curgînd cu viteza V m/s este:

$$P = \frac{G \cdot V^2}{2g} \text{kgm/s}$$

unde $g = 9{,}81$ m/s^2 şi reprezintă acceleraţia gravitaţională a pămîntului.

Debitul apei se află cunoscînd secţiunea transversală a canalului sau conductei de aducţiune la turbină şi viteza apei ($Q = S \cdot v$).

Viteza apei într-un canal sau jgheab poate fi stabilită cu ajutorul unui dop de plută căruia îi măsurăm cu un cronometru distanţa parcursă în unitatea de timp.

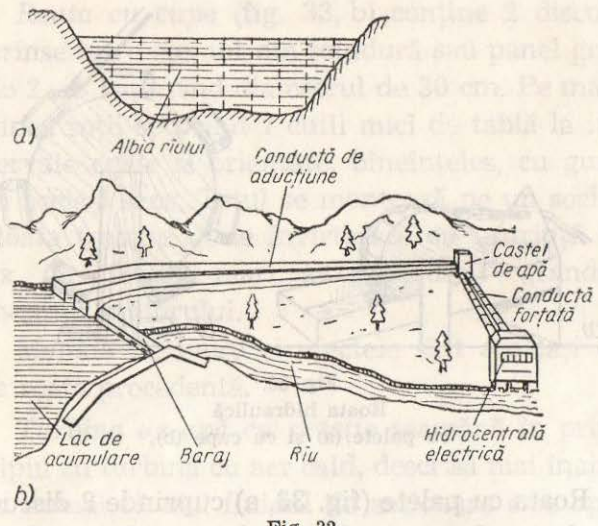


Fig. 32.
Secțiune prin albia rîului și instalația unei centrale hidroelectrice.

Exemplu: Dacă un dop parcurge pe apă 18 m în 30 de secunde, viteza apei va fi 18 : 30 = =0,6 m/s. În cazul unui jgheab sau canal avînd dimensiunile de 1 m lățime și 0,2 m adîncime, apa care curge pe secundă (debitul) va fi:

1 m=10 dm (lățime); 0,2 m=20 dm (adîncimea); 0,6 m/s=8 dm/s (viteza);

$$Q = S \cdot v = 10 \cdot 2 \cdot 8 = 160, \text{ iar}$$

$$P = \frac{Q \cdot v^2}{2 \cdot 9{,}81} = \frac{160 \cdot 0{,}6^2}{19{,}72} =$$

$$= 57 \text{ kgm/s} = 558 \text{ W}$$

Se știe că 75 Kgm/s=1 CP deci 57 Kgm/s înseamnă aproximativ 0,8 CP și deci o turbină montată într-un asemenea jgheab ar dezvolta efectiv, ținînd cont de randamentul $\eta = 0{,}7$, aproape 0,5 CP.

Dacă un amator are posibilitatea să instaleze pe un pîrîu o microhidrocentrală electrică, el ar trebui să facă mai întîi calculele de mai sus, stabilind mai întîi debitul și viteza apei. La locul unde se instalează turbina, apa trebuie să fie „captată", adică pîrîul stăvilit de un baraj cu vană de scurgere într-un canal, căptușit cu scînduri și zidărie. Detaliile și modurile de construcție, în lemn sau fier sînt variate, în funcție de posibilitățile materiale și condițiile terenului, încît îndrumările vor fi de ordin general.

În continuare vor fi date cîteva sfaturi privind problema microhidrocentralelor, dar mai înainte, urmărind figura 32 să cunoaștem cum este construită o mare hidrocentrală.

Apa unuia sau a mai multor rîuri naturale este strînsă într-un lac de acumulare, obținut cu ajutorul unui baraj de beton armat, construit transversal pe albia rîului. Apa din lac, al cărui nivel superior crește mult, pornește pe o conductă de aducțiune și ajunge la castelul de apă, de unde prin conducte forțate (cu secțiune din ce în ce mai mică) i se crește presiunea, fiind îndreptată către clădirea hidrocentralei, căzînd de la o înălțime mare, prin ajutaje (pentru creșterea presiunii) în rotorul turbinei hidraulice pe care o pune în mișcare cu rotație mare.

Astfel de hidrocentrale au fost construite în ultimii ani în țara noastră, la Bicaz, pe rîul

Argeş, Lotru, Sadu, Dunăre şi în multe alte locuri, livrînd energie electrică de sute şi mii de MWh.

Cunoscînd metoda de calcul din cazul exemplului dat mai înainte să încercăm un nou calcul pentru o centrală hidraulică ceva mai mare.

Să presupunem, de exemplu, că debitul unei ape curgătoare este egal cu 6 m^3/s şi presiunea apei (diferenţa dintre canalul de apă superior şi canalul de apă inferior) este de 20 m. Se admite un randament de 75%, adică $\eta=0{,}75$, iar 6 m^3 de apă cîntăresc 6 000 Kgf. Lucrul mecanic efectuat de 6 000 Kgf în timp de o secundă va da puterea consumată egală cu:

$$P=\frac{mgh}{t\cdot\eta} \quad \text{sau} \quad P=\frac{Qmgh}{\eta}$$

în care Qm=debitul masic; h=înălţimea de cădere a apei iar η=este randamentul.

În exemplul dat, puterea motoarelor centralei va fi:

$$120\,000 \text{ Kgm/s} \times 0{,}75 = 90\,000 \text{ Kgm/s} =$$

$$= \frac{90\,000}{102} \text{ kW} = 882 \text{ kW}.$$

Cîteva experienţe simple cu roţi de apă vor familiariza pe amatori cu problemele de construcţie ale unei microhidrocentrale.

Roata hidraulică (fig. 33) nu necesită materiale multe: două discuri de lemn, cîteva scînduri şi cîteva „cupe" făcute din cutii de conserve.

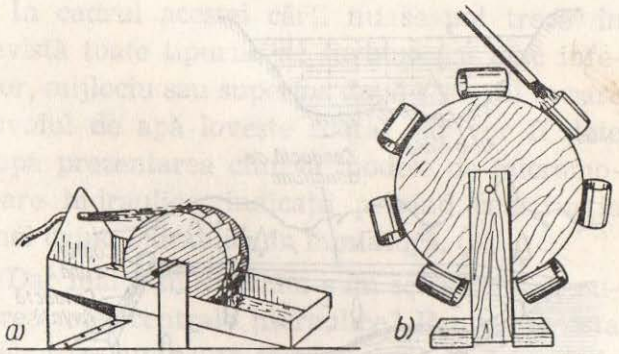


Fig. 33.
Roata hidraulică
cu palete (a) şi cu cupe (b).

Roata cu palete (fig. 33, a) cuprinde 2 discuri de lemn decupate dintr-o bucată de scîndură sau panel avînd raza de 60 mm. Paletele confecţionate cu ferăstrăul de traforaj din panel gros de 4 mm au lungimea şi lăţimea de 3 cm. Paletele se fixează în pereţii discurilor în care s-au făcut cu dalta şanţuri adînci de 3 mm şi se încleiază.

Axul este confecţionat dintr-un cui sau o scîndură de 4—5 mm grosime. Roata se va monta într-un jgheab de tablă potrivit după dimensiunile roţii (lungime 25—30 cm) şi va fi înclinat în vederea scurgerii lichidului.

Se leagă un furtun de apă la robinetul de la apeduct sau la un vas cu apă aşezat la o înălţime de cel puţin 1 m deasupra roţii. Cînd se dă drumul, aceasta va izbi paletele-cupe şi roata se va învîrti mai repede sau mai încet, în funcţie de debitul şi viteza şuvoiului de apă. Roata poate antrena un mecanism oarecare.

Roata cu cupe (fig. 33, b) conține 2 discuri prinse între ele, tot din scîndură sau panel gros de 2—3 cm avînd diametrul de 30 cm. Pe marginea roții se prind 7 cutii mici de tablă la intervale egale și orientate, bineînțeles, cu gura în același sens. Totul se montează pe un soclu. Roata trebuie să se învîrtească cu ușurință în ax, fără frecări mari, altfel scade... „randamentul" motorului.

Metoda de lucru și efectele sînt aceleași ca la roata precedentă.

Turbina de apă cu reacție seamănă în principiu cu turbina cu aer cald, descrisă mai înainte numai că aici fluidul de acționare este apa.

Pentru a cunoaște puterea reactivă a apei, priviți desenul moriștei hidraulice inventată în secolul al XVIII-lea de medicul Segner prezentată în partea dreaptă a figurii 34. Pînă aici au fost descrise motoare hidraulice în care forța exercitată de către jetul de apă asupra paletelor sau cupelor produce mișcarea rotorului și transformă energia jetului de apă în energie mecanică, adică energia potențială se transformă în energie cinetică ca în cazul turbinelor hidraulice cu acțiune (tip Francis).

La turbina hidraulică cu reacțiune, care lucrează înecată în apă, datorită coloanei de apă de deasupra ei (la căderi mijlocii și mici de apă) rotorul cu pale curbate în mod special este roata mobilă.

În figura 34, b apa care iese prin cele două țevi din partea inferioară a tubului de sticlă face să se rotească întreg sistemul în sensul săgeții pe baza reacțiunii aerului împotriva jeturilor de apă.

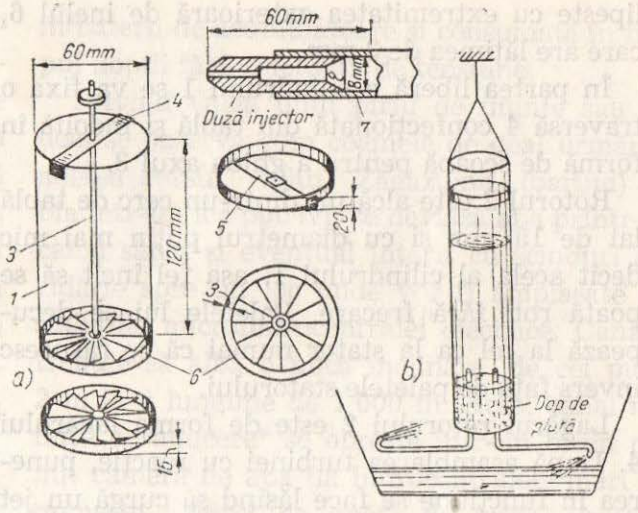


Fig. 34.
Turbină (a) și morișcă hidraulică cu reacție.

Revenind la construcția din figura 34, a, ea este constituită din următoarele părți principale: cilindrul cu statorul (1), inelul cu rotorul (2) și axul (3) cu lagărele (4 și 5).

Cilindrul 1 și inelul 2 se confecționează din tablă îndoită pe un șablon de țeavă sau bară cilindrică la cotele din schiță. La fel și statorul 6: după trasarea cercului interior cu raza de 0,5, a cercului din mijloc de 3 cm și cel exterior de 3,3 cm se împarte în 12 părți egale. Sectoarele, care reprezintă paletele se decupează de-a lungul razelor pînă la cercul interior, apoi se răsucesc ușor toate în aceeași direcție, ca la un ventilator. Fiecare aripioară se

lipeşte cu extremitatea exterioară de inelul 6, care are lăţimea de 3 mm.

În partea liberă a cilindrului 1 se va fixa o traversă 4 confecţionată din tablă şi îndoită în formă de scoabă pentru a ghida axul 3.

Rotorul 2 este alcătuit dintr-un cerc de tablă lat de 15 mm şi cu diametrul puţin mai mic decît acela al cilindrului 1, aşa fel încît să se poată roti fără frecare. Paletele lui se decupează la fel ca la stator numai că se răsucesc invers faţă de paletele statorului.

Lagărul rotorului 2 este de forma lagărului 4. După asamblarea turbinei cu reacţie, punerea în funcţiune se face lăsînd să curgă un jet de apă de la robinet printr-un tub de cauciuc în deschizătura superioară a cilindrului 1. Curentul de apă trece prin spaţiul dintre paletele statorului 6, care dirijează lichidul lovind paletele rotorului 2 înclinate în sens invers faţă de acelea ale statorului 6: prin reacţia rotorului cu axul 3 se produce rotirea al cărei sens depinde de felul răsucirii paletelor.

Viteza de rotire este în funcţie de presiunea apei şi teoretic este egală cu: $V = \sqrt{2\,ghm/s}$. Înălţimea h se află uşor din presiune, ştiind că 1 at $\cong$ 10 m coloană de apă.

Dacă apa din conductă are presiunea de 4 atmosfere, viteza de curgere va fi:

$$V = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 4 \times 10} = 28 \text{ m/s}.$$

Viteza mai depinde şi de deschiderea (ajutajul) prin care trece apa (vezi şi figura 31, b). Ar fi greşit însă, dacă am încerca să micşorăm debitul apei închizînd robinetul. În felul acesta va fi redusă presiunea apei şi scade considerabil viteza turbinei. Remediul ar fi folosirea unui injector — cu duză 7 (fig. 34, a) în formă de pîlnie, care subţiază şuvoiul apei, păstrîndu-i viteza. Un furtun de stropit cu „ştuţ" face un lucru asemănător: subţiază jetul dar îi conferă presiune. Şi în cazul turbinei secţiunea la vîrful injectorului se află, de exemplu, din raportul:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{0{,}017 \text{ l/s}}{28 \text{ m/s}} = \frac{17\,000 \text{ mm}^3/\text{s}}{28\,000 \text{ mm/s}} = 0{,}61 \text{ mm}^2$$

Unui cerc cu suprafaţa (secţiunea) de 0,61 mm^2 îi corespunde aproximativ un diametru de 0,9 mm. În practică, datorită marei rezistenţe pe care o întîmpină apa într-o secţiune atît de mică se alege un diametru de 1,5 mm.

Calculele de mai sus sînt valabile şi pentru alte motoare hidraulice de dimensiuni mai mici sau mai mari. Interesant este să se constate dacă ar fi avantajoasă acţionarea unui dinam de 4 V, 1 A cu o turbină alimentată cu apă de la reţeaua publică. Un calcul simplu va arăta aceasta.

Cu un m^3 de apă turbina va funcţiona: 1 000 l : (3 600 s · 0,017 l/s) = 16 ore. Dinamul debitează 4 W, în 16 ore dă o energie de 64 Wh sau circa 1/16 kWh. Un m^3 de apă costă aproape cît un kWh de electricitate. Se observă că energia furnizată de turbina de apă alimentată de la robinet costă de peste 10 ori mai mult decît ne-ar costa energia electrică a dinamului respectiv.

În concluzie, o asemenea lucrare nu este justificată decît ca experiment. Dacă însă un amator locuind în mediul rural ar dori să utilizeze energia unui pîrîu care trece prin apropierea locuinței, o poate face cu succes stabilind, după cum s-a arătat, mai întîi debitul și viteza apei, care se știe că variază după anotimp. La locul unde se montează fie o roată de apă, o roată cu cupe (făcaie), o turbină după modelul din desenele prezentate, apa trebuie să fie „captată" într-un lac de acumulare și condusă prin canale de aducțiune cu pantă cît mai mare. Modul de construcție în zidărie și lemnărie, angrenajele și utilizarea energiei pentru acționarea unui generator electric sînt atît de diferite încît îndrumările de ordin general nu pot fi de mare folos.

Amatorul se va sfătui cu meșteri lemnari, fierari și electricieni. Randamentul unei turbine îngrijit executate, poate atinge 0,3 . . . 0,5.

Microhidrocentralele sînt din nou în actualitate. Nenumăratele pîraie care brăzdează satele noastre de munte oferă condiții prielnice de asigurare a unei surse ieftine de energie. Cu un generator de turație mică acționat de o simplă roată metalică sau de lemn peste care cade un șuvoi de apă se poate furniza curent electric gospodăriilor țărănești, cabanelor forestiere, obiectivelor economice sau social-culturale. Există numeroase asemenea microhidrocentrale care funcționează silențios producînd energie electrică ce poate fi ziua înmagazinată în baterii de acumulatoare și consumată în timpul nopții fără fluctuații de tensiune.

Privind valea unui pîrîu de munte sau de deal se observă cum coamele de deal urmăresc adesea cursul rîului. Zăgăzuind (barînd) albia într-un loc potrivit se deviază apa printr-un canal săpat și eventual întărit cu scînduri sau zidărie spre un loc unde vor fi amplasate instalațiile microhidrocentralei electrice. Canalul trebuie să aibă o mică înclinare, de cel puțin 2 m la o lungime de 1 000 m. Acest canal numit „de aducere" se oprește într-un bazin numit cameră de apă (la hidrocentralele mari se numește „castel de apă") de unde, printr-o conductă forțată (ca o pîlnie) apa cade pe o roată cu palete sau intră într-o turbină care acționează generatorul electric (fig. 35).

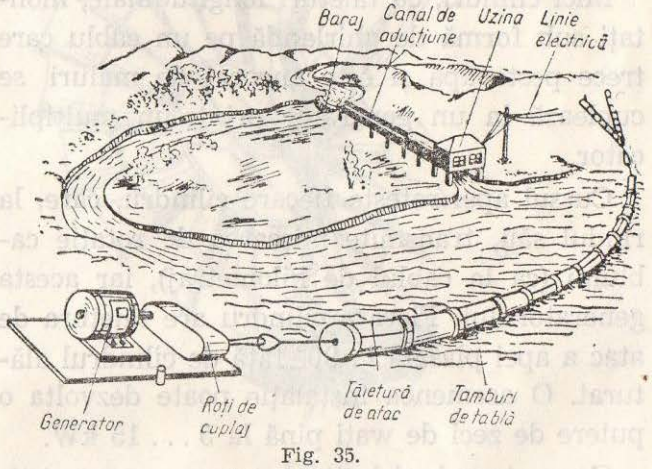


Fig. 35.
Cădere de apă pentru
o microelectrocentrală hidraulică
și generator pus în mișcare
de mici cilindri de tablă
legați în lanț.

La șes, terenul nu permite acest lucru, din cauza văii foarte largi și malurilor joase. De aceea, pentru a căpăta o cădere de apă se construiește un zăgaz care ridică nivelul apelor cît mai mult, chiar în spatele uzinei, fără ca apa să se reverse peste maluri.

În acest fel, printr-un jgheab de lemn ce trece peste zăgaz, apa este adusă la turbină. Asemenea uzine hidroelectrice se numesc *uzine pe firul apei.*

O altă posibilitate de a folosi energia rîurilor de șes cu pantă mică este oferită de instalația prezentată în figura 35. Instalația se poate face pe orice rîu care are într-un anumit loc o adîncime de cel puțin 25 cm iar viteza de curgere de 1 m/s.

Mici cilindri, cu tăieturi longitudinale, montați sub formă de ghirlandă pe un cablu care trece peste apă și este ancorat de maluri se cuplează la un generator printr-un multiplicator.

Cursul apei rotește fiecare cilindru, care, la rîndul său, transmite mișcarea de rotație cablului (ca la cablul de kilometraj), iar acesta generatorului. Fiecare cilindru are tăietura de atac a apei plasată la 90° față de cilindrul alăturat. O asemenea instalație poate dezvolta o putere de zeci de wați pînă la 5 . . . 15 kW.

Generatoarele folosite pot avea caracteristicile:

P=100 W . . . 10 kW; 300 . . . 850 rot/min.

Motoare eoliene

După cum arată denumirea, motoarele eoliene folosesc energia vîntului. Eol, fiind fiul lui Zeus și al nimfei Menalippe, cum spune mitologia greacă, dezlănțuia sau potolea furtunile după bunul său plac. De la numele lui s-a ajuns la denumirea energiei vîntului ca energie „eoliană".

Dacă, dintr-un motiv oarecare, nu putem instala o turbină hidraulică, ne stă la dispoziție această sursă străveche de energie — vîntul. Deși toată lumea știe că vîntul nu suflă continuu și bate neregulat, totuși energia lui poate fi rațional utilizată printr-o așezare judicioasă a motorului eolian.

Dintre toate sursele de energie de mîine sursa de energie a vîntului are cea mai veche tradiție: primele ambarcațiuni cu vele au traversat oceanele, morile de vînt pompau apa pentru irigarea cîmpului și măcinau grăunțele. Odată cu apariția mașinilor termice, motoarele eoliene au început să dispară pentru ca din nou experții în sectorul energetic să-și amintească azi de romanticele mori de vînt ca furnizoare de energie electrică. Și din zi în zi motorul eolian este tot mai utilizat, datorită faptului că nu necesită altă energie decît a aerului în mișcare cu anumite viteze (fig. 36).

Orice amator poate construi, cu mijloace simple, un motor eolian, spre a fi util la acționarea unui dinam.

Noţiuni generale despre vînt.

Vîntul nu este altceva decît mişcarea aerului, datorită variaţiilor sale de densitate produse în diferite puncte ale atmosferei. Masele de aer din zonele cu presiune mai mare se deplasează spre centrele depresionare (mişcare barometrică) pînă la uniformizarea aproximativă a presiunii. Practic, se poate demonstra aceasta cu o lumînare plasată la diferite înălţimi, în dreptul unei uşi întredeschise, constatîndu-se că flacăra îşi schimbă mereu poziţia. Sensul curentului de aer este dat de direcţia de orientare a flăcării.

Direcţia vîntului se consideră din partea din care bate vîntul (fig. 36, b). De obicei vîntul nu păstrează o direcţie constantă timp îndelungat, ci oscilează în jurul unei direcţii medii. Morile de vînt au o grindă cu ajutorul căreia se întoarce rotorul (palele) spre direcţia vîntului (fig. 36, a), iar motoarele eoliene moderne sînt prevăzute cu un mecanism pentru întoarcerea automată a rotorului cu o cîrmă aşezată în spatele rotorului (fig. 36, c).

Viteza vîntului este, de asemenea, un element care variază extrem de mult, de ea depinzînd, în mare măsură, şi presiunea vîntului. După legile stabilite în mecanică, presiunea creşte sau scade cu puterea a treia a vitezei.

Viteza se măsoară prin distanţa în metri, parcursă de curentul de aer în timp de o secundă. Pentru a obţine viteza medie se face

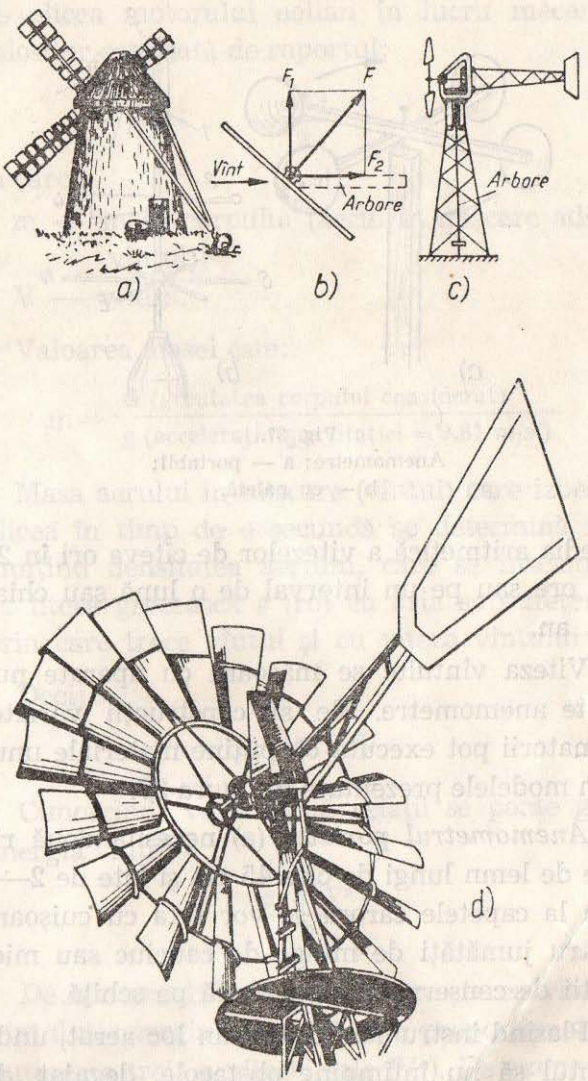


Fig. 36.
De la moara de vînt la motoarele electroeoliene: F — forţa de presiune a vîntului asupra paletei AB; F_1 — forţa care învîrteşte arborele; F_2 — forţa echilibrată de rezistenţă a arborelui.

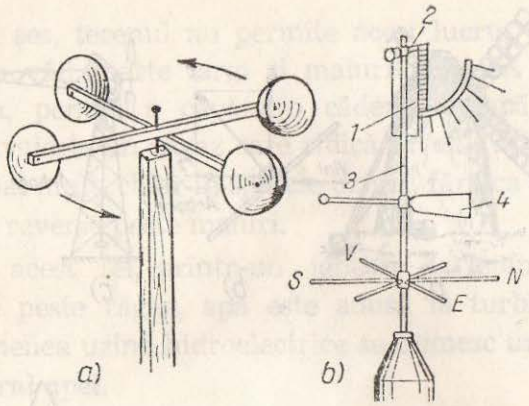


Fig. 37.
Anemometre: a — portabil;
b — cu paletă.

media aritmetică a vitezelor de cîteva ori în 24 de ore sau pe un interval de o lună sau chiar un an.

Viteza vîntului se măsoară cu aparate numite anemometre. Ele au construcţii variate. Amatorii pot executa cu puţine materiale unul din modelele prezentate în figura 37.

Anemometrul portativ (a) necesită două rigle de lemn lungi de cîte 45 cm şi late de 2—3 cm la capetele cărora se vor fixa cu cuişoare patru jumătăţi de minge de cauciuc sau mici cutii de conserve cum se arată pe schiţă.

Plasînd instrumentul într-un loc aerat, unde vîntul să nu întîmpine obstacole, degajat de clădiri sau pomi se va număra rotaţiile pe care le face morişca timp de 30 de secunde şi se împarte la cifra 8. Comparaţi rezultatele cu indicaţiile din tabelul 1, cu vitezele aproximative ale vîntului şi veţi trage concluziile de rigoare. Se recomandă vopsirea cupelor în culori diferite pentru o numărare mai uşoară. Acest anemometru poate fi dotat cu un numărător de ture. Se citeşte pe cadran numărul de ture şi se împarte la timpul în secunde aflînd astfel viteza vîntului în m/s.

TABELA I

Viteza vîntului după semnele exterioare observate în natură

Gradul	Forţa şi denumirea vîntului	Semnele şi efectul vîntului	Viteza în m/s	Viteza în km/h
0	Calm	Fumul se ridică vertical din coşuri	0	Sub 1
1	Adiere slabă	Fumul deviază, frunzele se clatină uşor	1,5 — 3	1 — 5
2	Briză normală	Crăcile se mişcă, ramurile se îndoaie	4 — 7	6 — 12
3	Briză puternică	Arborii se clatină	9 —11	29— 38
4	Vînt foarte puternic	Crăcile şi ramurile se rup. Mers contra vînt greu	12—16	40— 60
5	Vijelie Furtună	Ramurile groase se rup. Pomi scoşi din rădăcină	17—28	60— 90
6	Uragan	Devastări, acţiuni pustiitoare	30—40	90—120

Anemometrul cu pală (b) constă dintr-o placă metalică 1 care oscilează în jurul axului orizontal (2) fixat pe stativul vertical 3. El se bazează pe principiul următor: curentul de aer

în deplasarea sa, exercită o anumită presiune asupra unei plăci cu o suprafață și o greutate oarecare. Se știe că în aer presiunea este direct proporțională cu pătratul vitezei.

Un curent de aer care se deplasează cu viteza de 1 m/s exercită asupra unei plăci cu o suprafață de 1 m^2, o presiune de 0,125 kg.

De o parte a plăcii se află cadranul gradat corespunzător unei anumite viteze stabilită de constructor la început, după Scara Beaufort.

Pe stativ, mai jos de cadran este fixată cîrma 4, care orientează tot timpul placa metalică pe direcția vîntului. Tot pe axul vertical sînt montate patru bare lungi, care arată principalele puncte cardinale.

Astfel, cu acest anemometru, se poate determina în același timp atît viteza cît și direcția vîntului.

Influența obstacolelor asupra vitezei și direcției vîntului constă în devieri și perturbații ale curenților de aer provocînd vîrtejuri. Viteza vîntului crește în raport cu altitudinea. Peste altitudinea de 300 m, regimul vînturilor este aproape constant. Din aceste motive motoarele eoliene se instalează pe piloni cît mai înalți posibil.

Periodicitatea vînturilor nu poate fi prevăzută decît doar în regiunile unde există vînturi locale, constante.

La noțiunile de mecanică expuse pînă aici se mai adaugă următoarele:

— valoarea energiei cinetice, transformată de elicea motorului eolian în lucru mecanic folositor este dată de raportul:

$$\frac{mV^2}{2}$$

în care:

m — masa corpului (aerul în mișcare adică vîntul);

V — viteza.

Valoarea masei este:

$$m = \frac{G \text{ (greutatea corpului considerat)}}{g \text{ (accelerația gravitației} = 9{,}81 \text{ m/s}^2)}$$

Masa aerului în mișcare (vîntul) care izbește elicea în timp de o secundă se determină înmulțind densitatea aerului, care se înseamnă cu litera grecească ρ (ro) cu aria suprafeței S prin care trece vîntul și cu viteza vîntului V.

Deci:

$$m = \rho \cdot S \cdot V$$

Cunoscînd cele două relații se poate găsi energia vîntului:

$$\frac{\rho \cdot S \cdot V^2}{2}$$

De aici rezultă că odată cu creșterea vitezei vîntului, energia lui se mărește proporțional cu puterea a treia a vitezei sale (V^3). De exemplu, dacă viteza vîntului se mărește de două ori, energia lui se va mări de $2^3=8$ ori, iar dacă viteza va crește de 3 ori, energia va crește de $3^3=27$ ori.

Aria suprafeţei S descrisă de palele elicei în rotirea ei este dată de formula:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot D^2}{4} = 0{,}785\ D^2$$

D^2 reprezintă diametrul suprafeţei cercului descris de elice.

Astfel, cu cît diametrul elicei este mai mare, cu atît creşte S şi deci cu atît mai multă energie poate fi obţinută şi folosită. Dar ştim că nu toată energia se transformă în mişcare, încît randamentul elicei nu poate fi de 100% şi practic variază între 19 şi 42% din energia totală ce acţionează elicea.

Ştiind că 1 CP=75 Kgm/s se poate afla puterea motorului eolian:

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot S \cdot V^3}{2 \cdot 75}\ [C.P.];\ \eta = \frac{\rho \cdot S \cdot V^3}{2}.$$

Exemplu: Se dau valorile termenilor din formula de mai sus: $S=0{,}785\ D^2$; $\rho=0{,}125$ la o temperatură de 15°C şi o presiune atmosferică de 760 mm coloană de mercur.

$$P = \frac{\eta \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}125 \cdot D^2 \cdot V^3}{2 \cdot 75} =$$

$$= 0{,}000\ 654 \cdot D^2 \cdot V^3 \cdot \eta\ [C.P.]$$

Deoarece forma şi numărul palelor influenţează simţitor puterea unui motor eolian aceste elemente au fost studiate sistematic şi mult perfecţionate. Între motorul eolian cu palete multe, avînd o suprafaţă mare, şi acela cu palete puţine, în formă de elice, s-a ales soluţia ultimă, care oferă un randament mult mai bun şi o turaţie mare, ceea ce este avantajos pentru antrenarea generatorului de electricitate.

Cunoştinţele şi experienţa cîştigate în construcţia elicelor de avion a folosit mult pentru transformarea vechilor mori de vînt în motoare eoliene. Dar problema randamentului nu a fost rezolvată. Se aşteaptă noi soluţii de la constructorii amatori şi profesionişti.

Au fost realizate rotoare eoliene cu diametrul de 34 m pentru aerogeneratoare moderne, care furnizează o energie de 100 kWh.

Construcţii de motoare eoliene

Forţa vîntului poate produce un lucru mecanic efectiv. Practic omul a folosit această forţă din timpuri foarte vechi, cînd a prins o pînză de un catarg şi a navigat pe un trunchi de arbore plutitor, orientînd vela astfel încît să fie posibilă înaintarea bărcii. Pe atunci nu se ştia de compunerea şi descompunerea forţelor, de rezultanta lor. S-a făcut nu de mult (1965) încercarea de a pune în mişcare un tren cu 5 vagoane, împins de rafalele unui vînt puternic. Mai înainte (1923—1924), Flettner a experimentat aşa-numitul „efect Magnus", montînd, pe un vas cu trei catarge, două rotoare învîrtite de un motor de mică putere, cu rezultate satisfăcătoare.

Dar oamenii nu au folosit forţa vîntului numai pentru navigaţie. Această „rezervă" de energie este inepuizabilă, ciclul curenţilor atmosferici repetîndu-se atîta timp cît Soarele

va exista ca masă primară de energie. Morilor de vînt de toate tipurile, prin studii şi experimentări li s-au adus mereu îmbunătăţiri la aşa-numitul „transformator" de energie eoliană în lucru mecanic — elicea.

Sistemele de motoare eoliene, după construcţia elicei şi poziţia ei faţă de curentul de aer, se împart în trei clase:

1. Motoare eoliene cu elice propriu-zis, în forma ei clasică, compusă dintr-un număr oarecare de pale (fig. 38, *a*). Aici trebuie menţionat că mulţi constructori amatori, mai ales începători, care se ocupă cu studiul vîntului, înclină să creadă că o elice va da o putere cu atît mai mare cu cît va avea un număr mai mare de pale (aripi). Aceasta este o părere greşită. Două elici, dintre care una cu pale puţine şi alta cu pale multe, însă la fel de bine construite, vor dezvolta aceeaşi putere. Explicaţia constă în faptul că randamentul lor este egal, deoarece ariile suprafeţelor cercurilor descrise de către două elice avînd acelaşi diametru fiind egale vor dezvolta aceeaşi putere. În ceea ce priveşte turaţia ea va fi cu atît mai mare cu cît va avea mai puţine pale, cu condiţia ca ambele elice să aibă pale de aceeaşi lăţime; cu alte cuvinte, numărul rotaţiilor va fi cu atît mai mare, cu cît aria suprafeţei totale a palelor va fi mai mică.

Randamentul la motoarele eoliene cu elice atinge $\eta = 0{,}42$.

2. Motoarele eoliene cu rotor şi carusel (fig. 38, *b, c*) au rotorul cu palete, mişcîndu-se

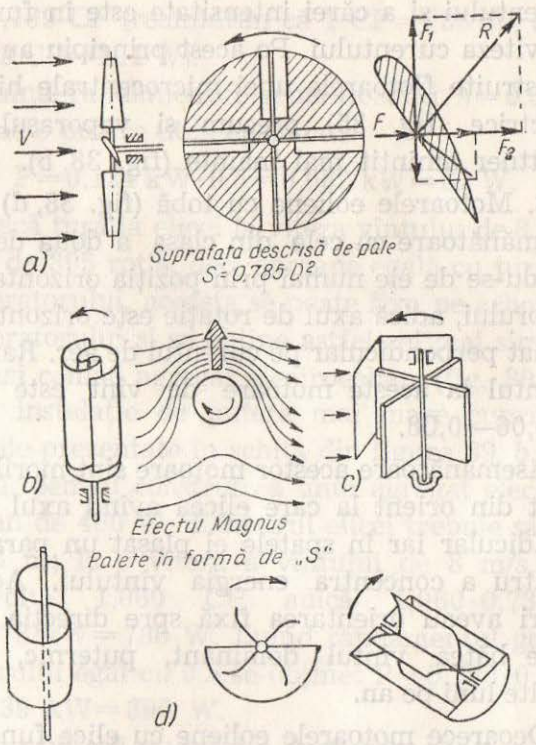


Fig. 38.
Tipuri de motoare eoliene:
a — cu elice; b — cu rotor;
c — carusel; d — cu tobă.

în direcţia vîntului; axul de rotaţie al rotorului este vertical. Randamentul la aceste motoare eoliene este egal cu $\eta = 0{,}10—0{,}18$.

Rotorul funcţionează pe baza principiului lui Magnus explicat prin legea generală a lui Bernoulli aplicată la corpurile fluide. Conform acestui principiu, un cilindru, care se roteşte într-un curent de aer sau de lichid, este supus acţiunii unei forţe perpendiculare pe direcţia

curentului şi a cărei intensitate este în funcţie de viteza curentului. Pe acest principiu au fost construite flotoarele unei microcentrale hidroelectrice (fig. 35) precum şi vaporaşul lui Flettner amintit mai înainte (fig. 38, *b*).

3. Motoarele eoliene cu tobă (fig. 38, *d*) sînt asemănătoare cu cele din clasa a doua deosebindu-se de ele numai prin poziţia orizontală a rotorului, adică axul de rotaţie este orizontal şi situat perpendicular pe curentul de aer. Randamentul la aceste motoare de vînt este $\eta = 0{,}06—0{,}08$.

Asemănătoare acestor motoare sînt morile de vînt din orient la care elicea avînd axul perpendicular iar în spatele ei plasat un paravan pentru a concentra energia vîntului. Aceste mori aveau orientarea fixă spre direcţia din care bătea vîntul dominant, puternic, mai multe luni pe an.

Deoarece motoarele eoliene cu elice funcţionează cu un randament mai mare decît cele cu rotoare şi carusele ne vom ocupa de construcţia motoarelor cu elice.

Dimensionarea elicelor eoliene este problema cea mai importantă ce trebuie rezolvată la o instalaţie de vînt.

Pentru agregatele electroeoliene de mică putere se va folosi o elice bipală, de turaţie mare, cu următoarele caracteristici:

Numărul palelor	2
Randamentul	0,8
Pasul aerodinamic al elicei	7,0

Pasul H are valoarea $H=KD$ unde K este o constantă (0,7), iar D este diametrul elicei.

Prin pasul elicei trebuie să se înţeleagă raportul dintre viteza liniară a extremităţii palei faţă de viteza vîntului: $\omega R/v$. Elicea cu secţiune în formă aerodinamică (fig. 38, *a*) poate fi considerată ca o aripă care se roteşte în jurul unei axe verticale. Palele unei elice de avion, în timpul unei rotaţii se înşurubează în aer, fiecare secţiune a palei fiind o curbă elicoidală, iar întreaga pală va descrie suprafaţa elicoidală care se aseamănă cu suprafaţa părţii filetate a unui şurub.

Menţinînd pasul constant, egal cu 7, pentru aceeaşi viteză a vîntului se vor obţine turaţii diverse, dacă se schimbă diametrul elicei. Elicele cu diametrul minim produc turaţiile cele mai mari. În general, raportul turaţiilor cu pas egal va fi invers proporţional cu raportul diametrelor lor:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

De exemplu, dacă o elice cu diametrul 1,5 m face 714 rotaţii pe minut, atunci o elice cu diametrul de 3 m va face 357 rot/min, cu condiţia ca vîntul să aibă aceeaşi viteză.

Pentru comparaţie, se dau în tabela II diametrul, turaţiile, puterea elicelor bipale în funcţie de viteza vîntului.

Se observă clar din tabela II că turaţia elicei precum şi puterea dezvoltată sînt în funcţie de diametrul elicei şi viteza vîntului. Această tabelă trebuie folosită totdeauna la alegerea

TABELA II

Caracteristicile grupului electroeolian în funcție de diametrul elicei și viteza vîntului

Diametrul elicei în m	Turația elicei rot/m	Puterea P în CP	Viteza vîntului în m/s
1,2	446	0,021	4
1,2	895	0,169	6
1,5	358	0,033	4
1,5	625	0,176	7
3	179	0,133	4
3	357	1,060	8
5	133	0,715	5
5	187	1,960	7
8	67	0,936	4
8	100	3,140	6
10	54	1,470	4
10	80	4,950	6

diametrului optim al elicei pentru o anumită putere, precum și la stabilirea raportului de transmisie la reductor, dacă generatorul are o turație mai mare decît cea a elicei.

De exemplu, cînd pentru agregatul electroeolian se folosește un generator de curent continuu de automobil de 60 W putere cu 900 rot/min este necesară o elice avînd D=1,2 de 0,169 CP (reamintim că 1 CP=736 W, deci 0,169 CP=124 W).

Luînd randamentul generatorului $\eta=0,5$ se obține o putere utilă egală cu:

$$P=0,124 \text{ kW} \cdot 0,5=0,062 \text{ kW}=62 \text{ W}.$$

Dacă turația elicei la viteza vîntului de 8 m/s este de 895 rot/s, deci aproape egală cu turația generatorului, aceasta se poate fixa pe arborele generatorului și se obține astfel cel mai simplu și mai comod agregat electroeolian (fig. 39, *a*).

O instalație de putere mai mare cuprinde părțile prezentate în schița din figura 39, *b*. De pildă, pentru construirea unui agregat electroeolian de 400 W, diametrul elicei trebuie să fie de 3 m; la o viteză a vîntului de 8 m/s, ea dezvoltă 1,060 CP adică $1,060 \cdot 0,736 = 0,78$ kW=780 W. Luînd randamentul generatorului egal cu 0,5 se obține: $P=0,780 \cdot 0,5 = 0,39$ kW=390 W.

La o viteză a vîntului de 8 m/s, elicea se învîrtește cu 357 rot/min, iar pentru antrenarea generatorului sînt necesare 1 000 rot/min. Prin urmare în cazul de față este nevoie de un demultiplicator care să ridice numărul rotațiilor elicei în raportul de 1 000 : 357=2,8. Mărimea 2,8 se numește raport de demultiplicare. Cu ajutorul acestui raport de demultiplicare se determină numărul de dinți necesari roților de angrenaj ale demultiplicatorului (fig. 39, *b*). De exemplu, dacă la o roată de angrenaj, așezată pe axul generatorului se iau 18 dinți atunci la roata de angrenaj, așezată pe axul elicei, trebuie: $18 \cdot 2,8=50$ dinți.

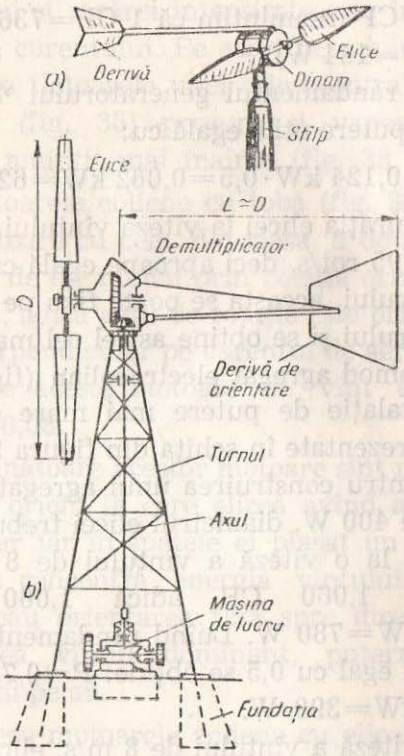


Fig. 39.
Tipuri de motoare eoliene:
a — cu generator direct;
b — instalație de pompat apa.

S-a spus mai înainte că elicele cu două pale au turația mare (conform tabelei II) și sînt mai ușor de confecționat, decît cele cu pale multe. Cu o singură condiție însă: viteza vîntului să atingă valoarea de punere a ei în mișcare (amorsare).

Construcția elicei motorului eolian cere atenție și pricepere la trasarea unghiurilor secțiunilor ei. Elicea se construiește în general din lemn de esență moale brad, frasin, tei, pin sau arin bine uscat, fără noduri și cu fibrele cît mai paralele.

Pentru început se va construi o elice de dimensiuni reduse pentru a căpăta deprinderea. De pildă, se aleg următoarele caracteristici: diametrul D (lungimea celor două pale) de 240 mm. Lățimea palei la distanțele a, b, c, d, e (fig. 40, *a*) este de 12–18—20—20—16 mm. Se taie profilul elicei cu un ferăstrău de traforaj dintr-o scîndură avînd dimensiunile: lungimea 250 mm, lățimea 22 mm și grosimea (înălțimea de 15 mm). Se modelează cele 2 profile de pe ambele fețe cu un cuțitaș bine ascuțit. Se începe prelucrarea, dînd forma elicei răsucită în spațiu. În centrul ei se va da o gaură cu un burghiu cu diametrul de 8 mm prin care se va trece șurubul ce va forma axul motorului.

După stabilirea bordurilor de atac și de fugă, palele se vor forma după profilul din figura 40, *b*.

Alte forme de elice bipală sînt redate cu dimensiunile lor în figura 40, *c*. Pentru a reduce vîrtejurile care se formează în spatele elicei, secțiunea palelor trebuie să fie aerodinamică (fig. 38, *a*), adică o față a palei rămîne plană sau puțin concavă, iar cealaltă se va fasona în formă mai bombată spre bordul de atac.

Trasarea cu precizie a formei și profilului unei elice se face de fapt pe cale geometrică prin proiectarea grafică pe orizontală a palelor și deci puțin mai complicat, necesitînd șabloane

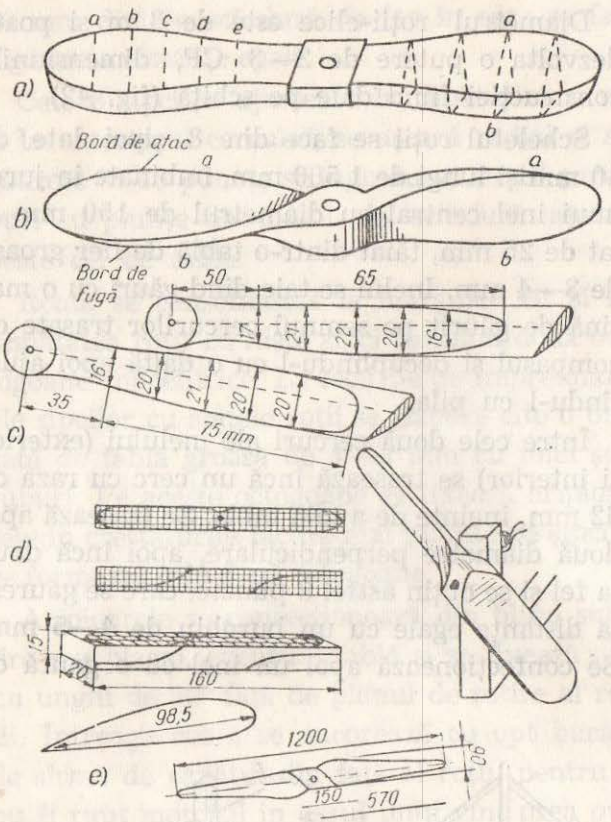


Fig. 40.
Modele şi metode
de confecţionare a elicei.

şi mulaje, aşa încît recomandăm o altă metodă mai simplă: se copiază forma şi profilul elicei pe o hîrtie milimetrică care se aplică apoi pe scîndura de modelat (fig. 40, *d*).

În cazul în care nu dispuneţi de o scîndură de grosimea necesară elicei se pot lipi cu clei de cazeină 3—4 scînduri mai subţiri. Părţile laterale ale elicei se prelucrează cu rindeaua şi se trasează liniile axiale ale palelor (lungime+lăţime).

După prelucrare şi finisare elicea se acoperă de 2—3 ori cu ulei de in fierbinte, se usucă şi după aceea se acoperă de 2—3 ori cu lac de spirt sau cu vopsea de ulei.

Atît înainte cît şi după prelucrare, elicea trebuie neapărat echilibrată, pentru a-i stabili centrul de greutate ca să aibă un mers uniform şi fără trepidaţii.

În gaura din centrul elicei se introduce o bucşe metalică sau eventual un rulment fără joc: aceasta va uşura mult rotaţia fără frecări.

Pentru a se uşura construirea palei se recomandă să se facă o pală dreaptă, cu acelaşi unghi de înclinare pe toată lungimea palei ca în figura 41, *e*. În acest caz, randamentul se va reduce cu 5—10%, adică în loc de $\eta=0{,}35$ se va obţine $\eta=0{,}25$. Caracteristicile elicei cu diametrul de 1,2 m din figura 40, *e* sînt redate şi în tabelul 2.

Montarea elicei pe o bară (lonjeron) pentru verificarea ei fără sarcină, se face pe un fel de banc de probă ca în fig. 41.

Motor eolian cu elice cu mai multe pale. Se construiesc azi şi motoare de vînt cu elice care poate avea 4—24 pale. Dezavantajul elicelor bipale de turaţie mare constă în faptul că pornesc greu, de aceea ele încep să acţioneze numai atunci cînd vîntul are o viteză suficient de mare. De asemenea, viteza vîntului avînd va-

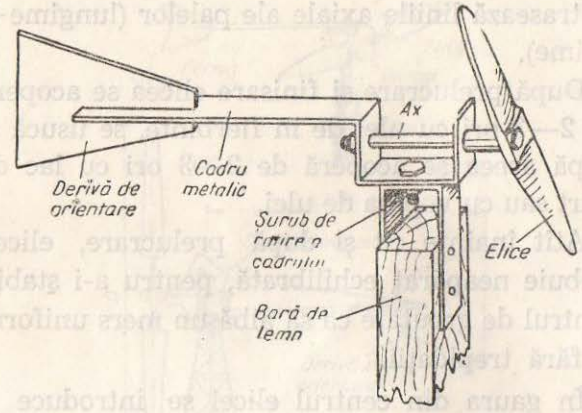


Fig. 41.
Montarea pentru încercarea elicei pe un cadru de probă.

riaţii brusce, motorul trebuie calculat în aşa fel încît să se obţină un randament maxim ţinînd cont de agregatul pe care trebuie să-l acţioneze precum şi de viteza medie a vîntului în decurs de un an. De exemplu, acolo unde viteza medie a vîntului este de 6—8 m/s, motorul se va calcula pentru viteze ale vîntului de la 10—12 m/s (vezi tabela I). În acest fel va fi protejat motorul contra excesului de turaţie şi deteriorării lui. Există şi sisteme automate de scoaterea elicei de sub influenţa vîntului, de variaţia răsucirii palei şi reglarea turaţiei printr-o frînă aerodinamică, dificil de confecţionat de către amatori.

Un original motor eolian cu 80 de aripioare, pentru vînt de viteză redusă recomandat amatorilor, este cel prezentat în figura 36, *d* şi figura 42.

Diametrul roţii-elice este de 3 m şi poate dezvolta o putere de 2—3 CP, dimensiunile construcţiei fiind date pe schiţă (fig. 42).

Scheletul roţii se face din 8 şipci late de 40 mm şi lungi de 1 500 mm, îmbinate în jurul unui inel central cu diametrul de 150 mm şi lat de 25 mm, tăiat dintr-o tablă de fier groasă de 3—4 mm. Inelul se taie dînd găuri cu o maşină de găurit pe semnul cercurilor trasate cu compasul şi decuplîndu-l cu o daltă apoi ajustîndu-l cu pila.

Între cele două cercuri ale inelului (exterior şi interior) se trasează încă un cerc cu raza de 62 mm, înainte de a tăia tablă. Se trasează apoi două diametre perpendiculare, apoi încă două la fel şi se obţin astfel 8 puncte, care se găuresc la distanţe egale cu un burghiu de 4—5 mm. Se confecţionează apoi un inel cu o gaură de

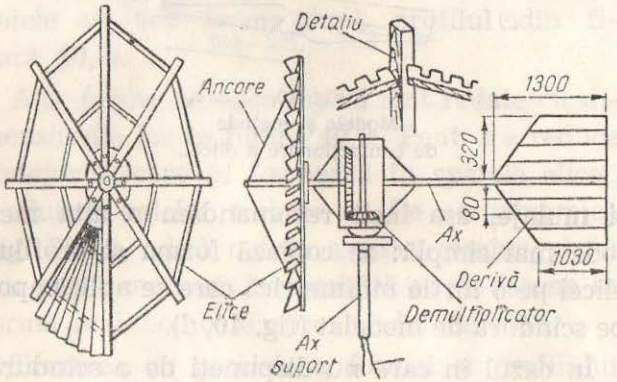


Fig. 42.
Motor eolian cu elice avînd mai multe pale.

30 mm dintr-o scîndură de fag în care se fac 8 găuri la distanțe egale.

Cele 8 șipci se ajustează la capătul care va fi la exteriorul cercului, se așează radial și se găuresc în 16 puncte strîngîndu-se cu 16 șuruburi cu piulițe de inelul de scîndură așezat peste cel de tablă.

Roata se consolidează la marginea cît și la jumătatea roții cu niște șipci formînd două octogoane concentrice. La locurile de împreunare ale șipcilor cu spițele roții se fixează cîte o bucată de tablă groasă de 1—2 mm cu mici șuruburi. Pe aceste octogoane se fixează aripioarele în crestăturile făcute mai înainte pe șipcile ce formează cele două octogoane.

Aripioarele se confecționează din blind subțire sau placaj, eventual tablă și se fixează sub un unghi de 30° față de planul de rotire al roții. Întreaga roată se ancorează cu opt bucăți de sîrmă de capătul din față al roții, pentru a nu fi rupt motorul în cazul unui vînt prea puternic.

Montarea motorului se face așa cum arată schița, cu axele și roțile conice dințate demultiplicatoare care dau o turație mare.

Și la acest motor există o derivă care orientează motorul după direcția vîntului. Deriva este făcută din același material ca aripioarele.

Locul de montare a motorului trebuie să fie aerat, lipsit de obstacole pentru vînt: o casă înaltă, un deal, coasta mării.

Instalația electrică

Generatorul microcentralei electrice, atît pentru motoarele hidraulice cît și pentru cele eoliene este elementul principal al instalației electrice. Pentru centralele de mică putere se folosesc dinamurile de la automobile și tractoare pentru că acestea nu sînt prea sensibile la variațiile de turație ale motoarelor hidraulice și eoliene.

Așadar se pot folosi generatoare de 60—80 W, tensiunea 6—12 V și turația 800—4 000 rot/min. De asemenea, se poate folosi și un dinam construit de amator după indicațiile date la capitolul „motoare electrice".

Nu vom descrie aici, așadar, construcția și funcționarea mașinilor electrice, ci doar părțile din care se compune o instalație electrică miniaturală pentru un motor electroeolian cu diametrul elicei de 1,2 m și puterea de 60 W (fig. 43).

În stînga figurii este arătată partea din față a tabloului de distribuție cu așezarea aparatelor de măsură, siguranțe, întrerupător, bec de control. Mai este indicat și modul cum se conectează acumulatorul și 3 lămpi de iluminat. În dreapta este redată schema de principiu a instalației electrice cu simbolurile respective.

Întreținerea și reglarea motorului și generatorului devine cunoscută de cel ce le construiește și instalează.

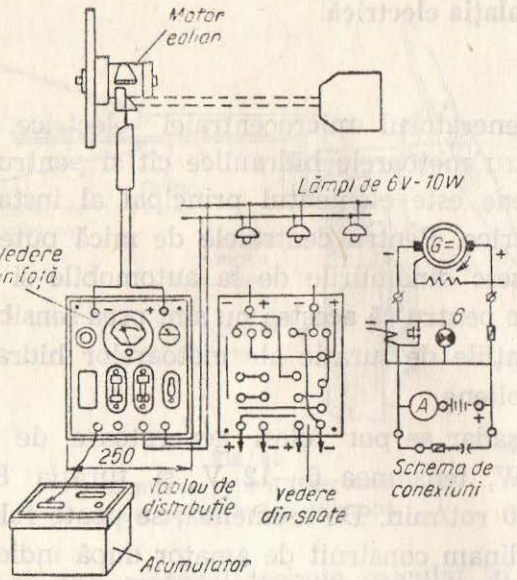


Fig. 43.
Schema de conexiuni și montajul instalației electrice la o microcentrală electrică.

În încheiere, cîteva cuvinte despre randamentul motoarelor eoliene. Față de randamentul vechilor mori de vînt de numai 15—30%, s-a ajuns astăzi la un coeficient de 60—90% datorită elicelor bine dimensionate și lucrate. Instalațiile cu rotoare rapide, cu 2—3 pale sînt folosite pentru viteze mari ale vîntului de peste 4—5 m/s și au un randament de ordinul a 40%.

Au fost construite motoare eoliene cu două pale de oțel inoxidabil și un diametru D=53 m. Au fost calculate să reziste la o viteză a vîntului de 62 m/s, iar la o viteză de cel puțin 13 m/s, dezvoltă o putere de 1 250 kW. Alte instalații au reușit să furnizeze o putere totală de 100 000 kW fiind prevăzute cu 224 de rotoare cu diametrul de 20 m.

S-a pus și problema „vîntului artificial" (bazat pe tirajul existent în coșurile înalte de cca 100 m) care ia naștere datorită diferenței de temperatură dintre bază și vîrf, așa cum se observă în figura 27, *c* (motoare cu aer cald). Instalațiile fiind costisitoare problema este încă în studiu experimental.

Acestea sînt strădaniile oamenilor în lupta pentru folosirea energiei vîntului, de peste cinci milenii. Desigur, problema rămîne deschisă și tinerii constructori sînt invitați să contribuie la rezolvarea ei, chiar și pe micromodele.

Motoare termice

Este adevărat că energia vîntului ni se oferă gratuit și de aceea folosirea ei a preocupat pe oameni întotdeauna, fie pentru transporturile pe apă, fie pentru transporturile pe uscat (automobilul cu pînze al lui Stevin, în anul 1600, realiza o viteză de 34 km/oră). Dar se știe că vîntul nu este constant nici ca intensitate, nici ca direcție, și atunci oamenii au căutat o sursă de energie mai sigură: energia termică. Caracteristica comună a tuturor motoarelor termice (mașini și turbine cu vapori, diferite tipuri de

motoare cu ardere internă şi, în sfîrşit, motoare cu reacţie), constă în transformarea căldurii în energie mecanică.

Sursa de căldură folosită în motoarele termice este, în general, arderea unui combustibil natural sau artificial într-un circuit de oxigen. Mai nou se utilizează căldura dată de razele solare, căldura straturilor interioare ale pămîntului şi de energia atomică pentru producerea aburului necesar centralelor termice.

Cititorii cunosc importanţa tehnică a motoarelor termice astfel încît nu mai este necesar să fie prezentată aici.

Aşa cum un motor hidraulic, sub forma cea mai simplă, produce lucru mecanic dacă se lasă să cadă apă de la o anumită înălţime peste paletele sale, la fel şi în maşinile cu abur, pentru a produce lucru mecanic, se introduce în cilindru abur la o anumită presiune şi temperatură şi, după destindere, acesta este dirijat în condensatorul maşinii sau evacuat în atmosferă. Aburul este denumit *agent termic*. Cu alte cuvinte „pentru ca un motor termic să poată funcţiona, el trebuie pus succesiv în contact cu două corpuri cu temperaturi diferite, astfel ca agentul termic să primească o anumită cantitate de căldură de la corpul mai cald şi să cedeze căldură corpului mai rece". Este formularea principiului de funcţionare al tuturor motoarelor termice, propusă de inginerul Sadi Carnot în 1824. Cu alte cuvinte analogia între motoarele hidraulice şi cele termice e vizibilă; la primele diferenţa de înălţime a apei, la celelalte diferenţa de temperatură (sursa caldă şi sursa rece) a agentului termic.

La fel ca la celelalte motoare, *randamentul* la motoarele termice este definit ca raportul dintre lucrul mecanic produs de o maşină termică şi cantitatea de căldură primită de la sursa caldă. Carnot a precizat că randamentul va fi cu atît mai mare, cu cît diferenţa dintre temperatura sursei calde şi a sursei reci cu care lucrează motorul este mai mare. Deci, pentru ca un motor termic să poată funcţiona, el trebuie să fie pus în contact cu cel puţin două surse cu temperaturi diferite.

În formula randamentului η al ciclului Carnot (fig. 44, *a*) se arată că randamentul este cu atît mai mare, cu cît temperatura absolută a sursei calde T este mai mare iar temperatura sursei reci To este mai mică.

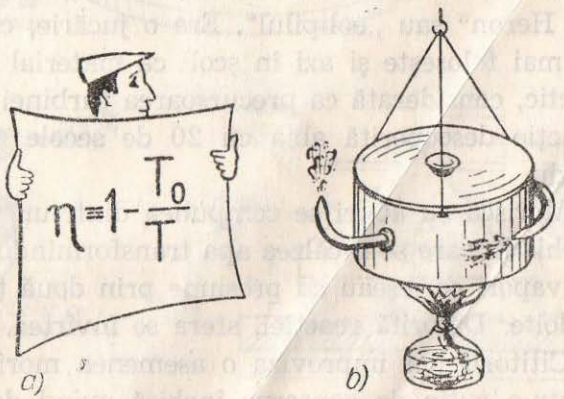


Fig. 44.
Randamentul maşinilor termice şi o morişcă cu aburi simplă.

Exemplu. Să admitem To=20°C, deci 20°+273°K=293° Kelvin (temperatură absolută), iar T=100°C, adică 100+273=373°K atunci randamentul va fi:

$$\eta = 1 - \frac{293}{373} = 0{,}215 \text{ sau } \eta = 21{,}5\%$$

Dacă însă temperatura sursei calde ar fi 1 000°C (sau T=1 000+273=1 273°K) randamentul crește:

$$\eta = 1 - \frac{293}{1\,273} = 0{,}77 \text{ sau } \eta = 77\%.$$

Motoare cu combustie externă

Dacă ar fi să menționăm prima mașină consemnată de istoria tehnicii, care, folosea forța aburului, ar trebui să ne referim la „morișca lui Heron" sau „eolipilul". Era o jucărie, care se mai folosește și azi în școli ca material didactic, considerată ca precursoarea turbinei cu reacție descoperită abia cu 20 de secole mai tîrziu.

Morișca cu aburi se compunea dintr-un vas închis în care se încălzea apa transformîndu-se în vapori ce ieșeau cu presiune prin două țevi îndoite. Datorită reacției, sfera se învîrtea.

Cititorii pot improviza o asemenea morișcă dintr-o cutie de conserve închisă avînd două tuburi laterale introduse prin dopuri de plută în cutie (fig. 44, *b*).

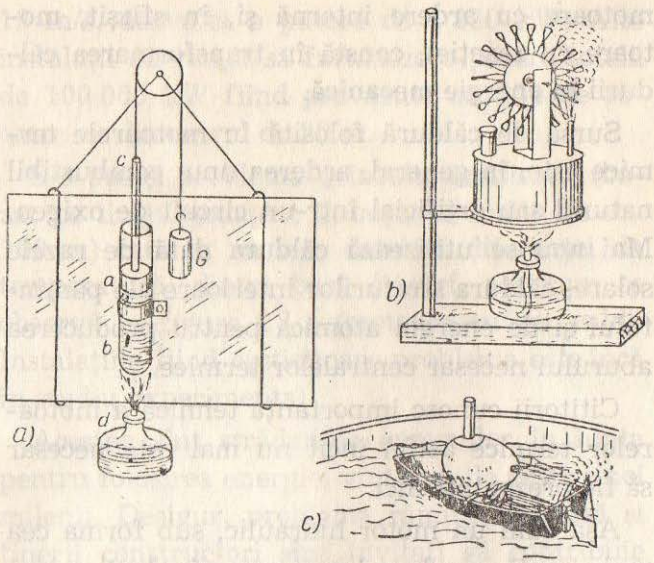


Fig. 45.
Principiul mașinilor termice și motoraşe termice.

Principiul mașinilor termice poate fi demonstrat foarte simplu prin aparatul din figura 45, *a*. Într-o eprubetă obișnuită *b* se toarnă apă pînă la 1/4 din înălțimea ei și se introduce un „piston *a* din cîrpă înfășurată pe un creion. Pentru a aluneca ușor pistonul se unge cu grăsime. De capul creionului se leagă o sfoară subțire c de care se atîrnă o greutate G.

Dacă se încălzește eprubeta, aburii care se produc împing pistonul în sus; depărtînd flacăra, aburii se răcesc, se condensează și aerul din afară apasă pistonul în jos. La reîncălzirea apei, mișcarea se repetă.

Se recomandă a se pune un paravan de sticlă în fața eprubetei pentru ca în caz de supraîncălzire a aburilor și spargerea eprubetei să se evite accidentele.

Turbina cu aburi (fig. 45, b) similară ca principiu unei turbine hidraulice poate fi construită din materiale ușor de procurat: generator de abur dintr-o cutie de conserve de 0,5 l; rotorul confecționat din tablă subțire (aluminiu) are diametrul de 50 mm și este secționat în 12 părți egale cu foarfecele, iar paletele ușor răsucite; lampa de spirt ca sursă termică.

Încălzind apa din cutie, vaporii se destind, ies cu presiune și lovesc paletele rotorului care se învîrtesc cu mare viteză.

Barca cu reacție (fig. 45, c) este o jucărie interesantă ca aplicație la puterea aburului. Generator de abur este o coajă de ou golit de conținut prin aspirare și în care se fierbe apa ce produce vapori. Aceștia, ejectați, fac să se miște mica barcă cu cîrmă. Ca „focar" se va folosi o jumătate de coajă de ou așezată pe două sîrmulițe și în care se pune o bucată de vată înmuiată în spirt.

Locomobila cu aburi este o construcție miniaturală a unei locomotive veritabile. Amatorii îndemînatici, care au răbdare s-o construiască conform schiței din figura 46, *a*, vor avea surpriza plăcută să vadă transformarea energiei termice (aburi) în lucru mecanic (mișcarea locomobilei). Un alt mijloc de transport cu aburi este căruciorul cu reacție confecționat dintr-o eprubetă și două mosorele (fig. 46, c).

Giroscopul cu aburi (fig. 46, b) este un aparat, care în timpul funcționării se rotește într-un singur plan, indiferent de poziția și miș-

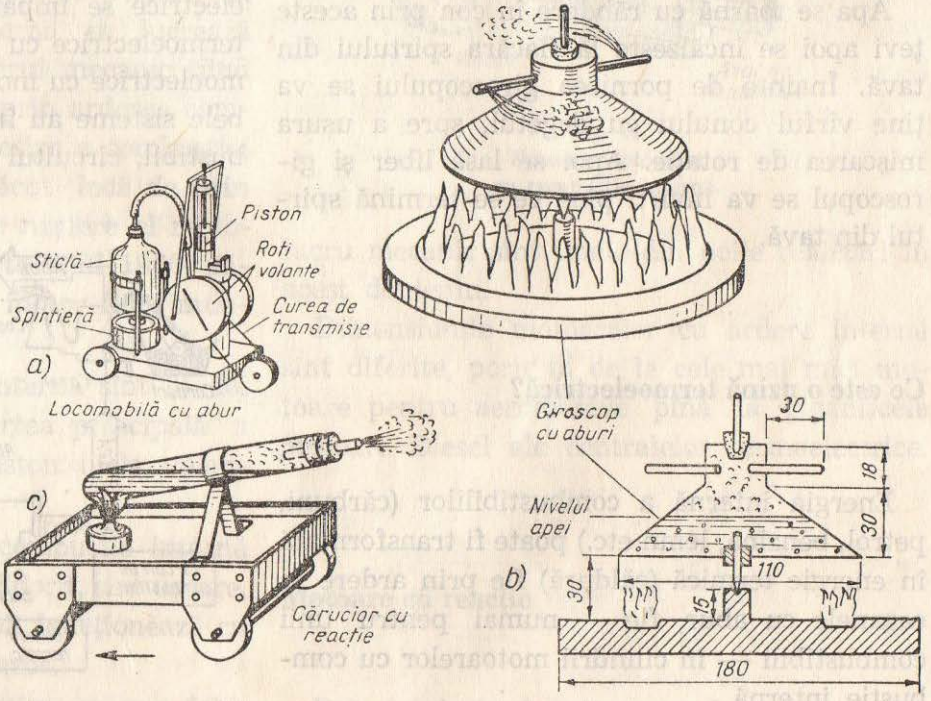


Fig. 46.
Aplicații ale energiei termice produsă de abur.

cările suportului. El este format dintr-un con de tablă etanş executat la dimensiunile din schiţă, sprijinit cu un ax cu vîrful ascuţit pe tava cu şanţ, în care se toarnă spirt pentru încălzit apa din conul giroscopului. Pentru a confecţiona conul din tablă de cutii de lapte praf sau de conserve, se va face un model de carton subţire după care se decupează tabla respectivă. În caz că nu se găseşte ţeavă cu diametrul interior de 1 mm se va folosi ţeavă mai groasă turtindu-i capetele prin care iese aburul.

Apa se toarnă cu răbdare în con prin aceste ţevi apoi se încălzeşte la flacăra spirtului din tavă. Înainte de pornirea giroscopului se va ţine vîrful conului cu degetul, spre a uşura mişcarea de rotaţie. Apoi se lasă liber şi giroscopul se va învîrti pînă ce se termină spirtul din tavă.

Ce este o uzină termoelectrică?

Energia internă a combustibililor (cărbuni, petrol, benzină, lemn etc.) poate fi transformată în energie termică (căldură) fie prin ardere în cazanele cu abur, fie — numai pentru unii combustibili — în cilindrii motoarelor cu combustie internă.

În primul caz, energia termică produce vapori sub presiune care acţionează maşinile cu aburi sau turbinele obţinîndu-se energia mecanică. În cazul al doilea, combustibilul introdus în cilindrii motoarelor cu ardere internă, arde prin aprindere de la scînteia bujiilor sau prin autoaprindere, datorită unei compresiuni mari (Diesel) şi transmite presiunea gazelor rezultate din ardere pistonului, respectiv arborelui motorului, obţinîndu-se astfel mişcarea acestuia.

După felul cum se obţine transformarea energiei termice a combustibililor în energie electrică, rezultă imediat că şi uzinele termoelectrice se împart în două grupe: a) Uzine termoelectrice cu aburi (fig. 47); b) Uzine termoelectrice cu motoare cu ardere internă. Ambele sisteme au în principiu circuitul de combustibil, circuitul termic, circuitul de răcire şi

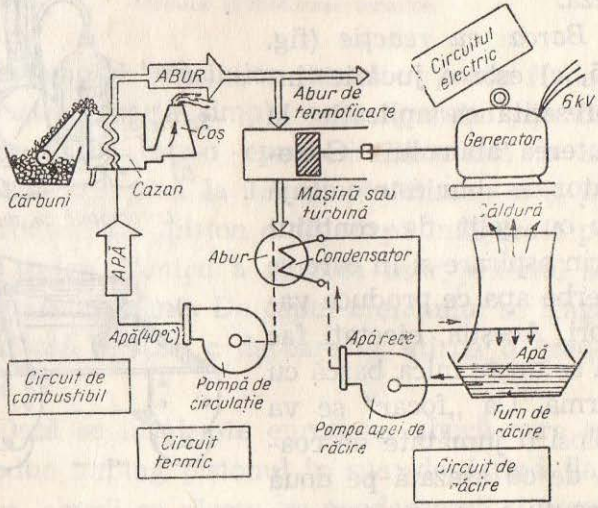


Fig. 47.
Schema unei termocentrale electrice.

circuitul electric (fig. 47). Se menționează că în condensator aburul nu se amestecă cu apa de răcire, acesta fiind doar un schimbător de căldură al aburului uzat ieșit din turbină după efectuarea lucrului mecanic.

Motoare cu combustie internă

Spre deosebire de motoarele cu vapori, la motoarele cu combustie internă se lucrează fără aburi și fără cazan, lucrul mecanic fiind executat de gazele rezultate prin arderea combustibilului. Încercări de folosire a combustiei interne, datate cert, s-au făcut încă de prin anii 1678, dar certificatul de naștere al motorului cu ardere internă poartă anul 1860, părintele recunoscut al acestui motor fiind muncitorul francez Jean Lenoir.

Motoarele cu combustie internă sînt în doi timpi și în patru timpi. Partea principală a motorului este cilindrul cu piston, biela, volantul și angrenajele (fig. 48).

Avantajele motorului cu combustie internă sînt următoarele: randament sporit, sînt ușoare, rezistente. Au dezavantajul că funcționează cu carburant special lichid sau gazos.

Motoarele cu pistoane rotative nu mai folosesc sistemul bielă-manivelă iar turbinele cu gaze prin care căldura este transformată în

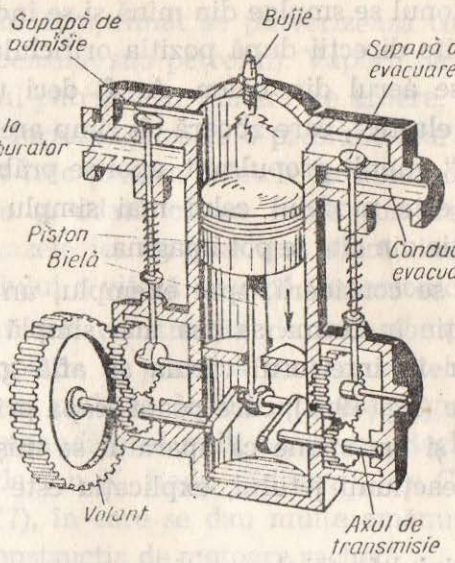


Fig. 48.
Schema motorului cu combustie internă.

lucru mecanic sînt unele din noile realizări în acest domeniu.

Dimensiunile motoarelor cu ardere internă sînt diferite, pornind de la cele mai mici motoare pentru aeromodele pînă la giganticele motoare Diesel ale centralelor termoelectrice.

Motoare cu reacție

Principiul de funcționare al așa-numitelor motoare cu reacție poate fi ușor înțeles suflînd aer într-un balon de gumă și lăsîndu-l apoi li-

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINȚI Filiala Sebeș

ber; balonul se smulge din mînă şi se îndreaptă în diferite direcţii după poziţia orificiului prin care iese aerul din balon. Ar fi deci un mic „motor elastic", care zboară cît timp are „combustibil", numit propulsant, apoi se prăbuşeşte. Acesta este modelul celui mai simplu motor cu reacţie din cîte se pot imagina.

Dacă se consideră, spre exemplu, un motor cu reacţie în forma sa cea mai simplă — un rezervor în interiorul căruia se află gaz sub presiune (fig. 49, *a*), care poate scăpa printr-un orificiu şi am spune că aparatul se mişcă datorită reacţiunii jetului, explicaţia este insuficientă.

Principiul forţei de reacţie se poate mai uşor pricepe dacă se aplică teorema cunoscută din mecanică, şi anume: teorema centrului de greutate (teorema impulsului).

Fie, de exemplu, un vagonet aflat pe şine orizontale. Dacă vagonetul este împins de o singură persoană, acţiunea va dura un anumit timp pînă ca vagonetul va ajunge la o anumită

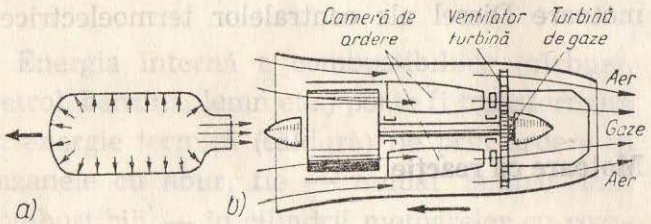


Fig. 49.
Cum apare forţa de reacţie (a) şi schema motorului turboreactor

viteză V. Dacă împing mai multe persoane, forţa F va fi mai mare, deci timpul necesar atingerii vitezei V se va reduce. Acţiunea unei forţe asupra unui punct material, într-un interval de timp t se caracterizează prin produsul mV. Cu alte cuvinte $Ft = mV$.

Produsul mV se numeşte impuls sau cantitate de mişcare. Aplicaţii ale legii conservării (suma impulsurilor părţilor componente ale unui sistem mecanic izolat de exterior rămîne constantă) sînt de naturi variate: mişcarea înapoi a unui cărucior din care cineva aruncă înapoi diverse lucruri grele se numeşte *recul;* deplasarea vapoarelor şi avioanelor cu ajutorul elicei care împinge înapoi mase mari de apă sau de aer este tot o mişcare de recul; baterea unei piese cu ciocanul se face prinzînd-o în menghină pentru a nu „fugi"; explozia prafului de puşcă transmite armei o mişcare de recul etc.

Motorul cu reacţie este şi el o aplicaţie a legii conservării impulsului.

În principiu, motorul cu reacţie se compune dintr-o cameră de ardere în care se găseşte combustibilul. Prin arderea sa se produc gaze care ies prin partea din urmă cu viteză mare.

Motoarele cu reacţie care folosesc un amestec alcătuit dintr-o substanţă combustibilă (de obicei benzină sau petrol lampant) şi aerul luat din mediul înconjurător, poartă numele de motoare *aeroreactive,* iar cele care folosesc drept combustibil un amestec format dintr-o sub-

stanță combustibilă și oxigen, păstrat sub presiune la bordul vehiculului, în rezervoare, se numesc *motoare rachetă*.

Motoarele aeroreactive tind să înlocuiască în aviația modernă motoarele clasice cu combustie internă. Din grupa aeroreactoarelor fac parte: statoreactorul, pulsoreactorul, turboreactorul și turbopropulsorul.

Funcționarea unui turboreactor, se înțelege bine urmărind schema din figura 49, *b*. Datorită vitezei mari de deplasare a avionului, aerul pătrunde prin partea din față (difuzor) într-un compresor care împinge aerul de-a lungul motorului, făcînd să-i crească densitatea. Compresorul este pus în mișcare de o turbină de gaze. În aerul comprimat se pulverizează combustibilul (benzina sau petrolul). Vaporii de benzină cu aerul pătrund în camera de ardere, unde se aprind formînd gaze cu o presiune foarte mare, gaze ce trec printre paletele turbinei, o pun în mișcare și odată cu ea roțile compresorului. Apoi gazele ies cu presiune afară, imprimînd vehiculului o viteză enormă, supersonică.

Întrucît construcția de rachetomodele și rachetoplane se practică în cercuri tehnice de modelism pe bază de îndrumare și regulament, vă recomandăm să citiți lucrarea „Rachetomodele" de Ion N. Radu (Editura „Ion Creangă" — 1977), în care se dau multe amănunte privind construcția de motoare rachetă.

Capitolul V

MICROMOTOARE ELECTRICE

După energia umană sau animală, energia vîntului şi a apei, energia termică şi chimică, istoria cuceririi energiei consemnează electricitatea, care a devenit în scurt timp prezentă aproape în toate domeniile de activitate omenească.

Fără a face istoricul electricităţii, amintim că omul a luat contact cu binefacerile ei cînd s-a încălzit prima oară în negura vremurilor, la focul aprins de trăsnet. Fie că o numim electricitate statică, galvanică, dinamică, curent continuu sau alternativ, toate corpurile au la bază mişcarea electronilor, care este prezentă peste tot în materie. Nu există materie fără electroni. Ei fac posibilă apariţia curentului electric.

Energia electrică, energia undelor, electromagnetice, energia nucleară sînt înrudite între ele şi de aceea sînt plasate în acelaşi capitol.

Primele maşini electrice au apărut ca o consecinţă a însuşirilor curentului electric date de efectele magnetic, caloric, chimic.

Încercarea fizicianului Faraday (1822) de a obţine o mişcare mecanică cu ajutorul curenţilor electrici a avut succes şi a fost urmată de noi experienţe şi teorii care stau la baza construcţiei de maşini electrice. Descoperirea curenţilor de inducţie şi aplicarea în practică a acestei descoperiri a condus la construcţia dinamurilor, alternatoarelor şi transformatoarelor.

Transformarea energiei mecanice în energie electrică se face cu aşa-numite generatoare electrice (de c.c. sau c.a.), iar electromotoarele asigură procesul invers. O spiră care se roteşte într-un cîmp magnetic produce curent electric (fig. 50, *a*).

S-a constatat ulterior că la transportul energiei electrice pierderile se reduc la tensiune

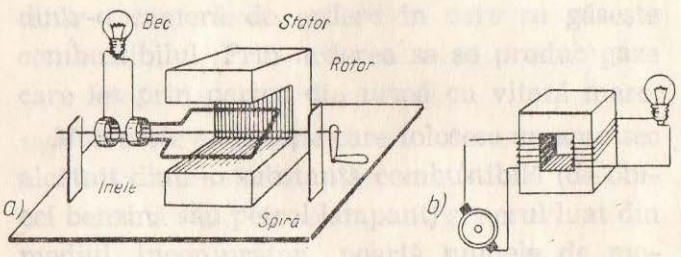


Fig. 50.
Generator electric de curent alternativ (a) şi transformator electric (b).

înaltă. Întrucît modificarea tensiunii curentului continuu punea probleme, atunci s-a preferat curentul alternativ. Aşa au apărut şi transformatoarele (fig. 50, *b*), dispozitive care pot ridica sau coborî tensiunea şi curentul alternativ furnizat de o sursă electrică.

Tipurile de maşini electrice precum şi utilizările lor sînt atît de variate încît nici nu pot fi enumerate aici, de aceea vom prezenta cîteva micromotoare de mică putere imaginate şi construite de către amatori în scop didactic, pentru demonstrarea unor principii funcţionale.

Deoarece la toate construcţiile aparatelor electrice va fi nevoie în multe cazuri să se stabilească prezenţa curentului şi tensiunii, este necesar un galvanometru. Cum nu toţi amatorii dispun de un asemenea intrument vă propunem să realizaţi cel mai simplu dispozitiv de verificare electrică dintr-o busolă sau o bucată de fier moale magnetizat, după indicaţiile din figura 51, *a*.

Principiul de funcţionare se bazează pe acţiunea unui curent care trece prin bobină asupra unui magnet sau asupra unei alte bobine. Bobina se compune din 100 de spire de conductor de cupru izolat cu email sau mătase, gros de 0,2 mm, înfăşurat peste o busolă de orice tip sau o cutie de material plastic în care se roteşte o bucată de tablă subţire de fier moale între două lagăre (crapodină). La început se roteşte toată busola astfel ca acul magnetic să se aşeze de-a lungul înfăşurării.

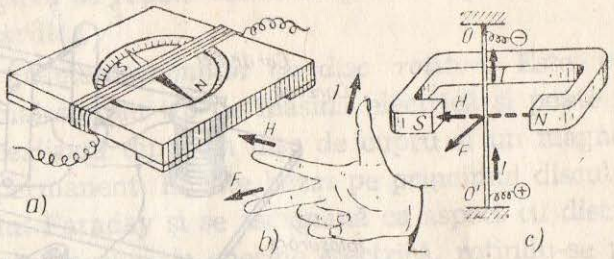


Fig. 51.
Galvanometru construit dintr-o busolă şi principiul lui de funcţionare.

Conectînd capetele înfăşurării la o baterie de 1,5 V, acul va devia avînd tendinţa de a se aşeza perpendicular pe înfăşurare. Fenomenul se bazează pe experienţa lui Oersted (1820). Se poate determina sensul curentului I, al forţei F şi al cîmpului respectiv H cu regula mîinii drepte (fig. 51, *b*). Un galvanometru cu miez de fier (fig. 51, *c*) demonstrează că un curent de intensitate I care trece prin conductorul OO', plasat între polii unui magnet permanent (între fier) se va răsuci după direcţia forţei F.

Galvanometrul-busolă este atît de sensibil încît lipind la capătul unui fir o bucăţică de cupru iar la celălalt una de zinc şi introducîndu-le în zeama unei lămîi, acul va devia indicînd prezenţa celor mai slabi curenţi.

Se va prezenta mai departe o serie de micromotoare pornind de la cele bazate pe principii mai simple pînă la cele care necesită o îndemînare mare în construirea lor.

Motorul oscilant (fig. 52, *a*) produce o mişcare comparabilă cu cea a balansoarelor întîlnite prin parcurile de distracţii.

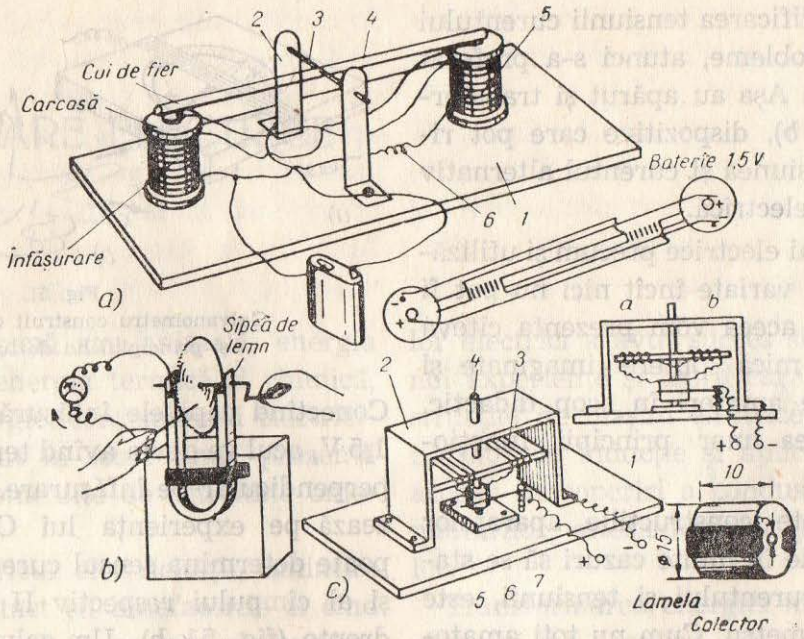


Fig. 52.
Tipuri de micromotoare electrice:
a — oscilant; b — cu disc; c — vertical.

Pe un postament de scîndură 1 avînd la mijloc un suport din metal 2, prevăzut în partea de sus cu un ax 3, confecționat dintr-un cui, care pătrunde prin mijlocul barei de fier cilindrică lungă de 12—13 cm. Bara va trebui să stea în echilibru cînd se află în suspensie pe ax. Electromagneții 5 se execută din două mosorele prin care se introduce cîte un cui cu diametrul de 5—6 mm și lung de 50 mm. Pe fiecare carcasă sau mosorel, se vor bobina, spiră lîngă spiră și strat pe strat circa 100—150 de spire cu sîrmă din cupru izolată cu email sau bumbac, cu diametrul de 0,3—0,5 mm. Carcasele se vor lipi pe postament cu un clei sau alt adeziv la distanță între centrele lor de 70—80 mm. Legăturile se vor face astfel: capetele de sîrmă ale începuturilor fiecărei bobine (atenție la sensul bobinelor) aflate în partea de jos se vor lega împreună (6). Apoi fiecare capăt superior al sîrmei uneia din bobine se va lega la floarea cuiului celeilalte bobine.

Bara oscilantă 4 se execută dintr-un cui de 80 mm lungime căruia i se dă o gaură cu diametrul de 3 mm exact în centrul de echilibru. Suporturile 2 se vor realiza din tablă de fier, alamă, cupru, aluminiu cu grosimea de 1—

2 mm şi lăţime de 15 mm. La partea superioară se va da cîte o gaură cu diametrul de 3,1 mm. După montarea tijei 4 nu trebuie să fie o distanţă mai mare de 5 mm între florile cuielor de la electromagneţi şi părţile inferioare ale tijei oscilante.

Cînd întreg ansamblul a fost montat, capetele şuruburilor pentru lemn cu care se fixează suporturile din tablă se vor lega între ele cu o sîrmă de cupru făcînd un bun contact. Se va lega sursa de curent, o baterie de lanternă de 4,5 V aşa cum este indicat pe schiţă (fig. 51, a). Pentru pornirea motorului apropiem una din extremităţile tijei oscilante pe floarea unuia din cuiele electromagneţilor retrăgînd repede mîna. Mişcarea va continua datorită faptului că florile cuielor îndeplinesc rolul atît de poli magnetici cît şi de contacte prin care se închide circuitul de alimentare, pe rînd, cînd la o bobină cînd la cealaltă.

Un astfel de motor îşi poate găsi unele utilizări practice, aceasta fiind la latitudinea şi inventivitatea constructorului.

Sub placa de montaj, pe schiţă se redă şi o variantă a montajului, care foloseşte două baterii electrice. Pe tija care balansează se înfăşoară cîte 50 de spire din sîrmă subţire de cupru izolată. Capetele bobinelor se leagă conform schemei din figură. Prin balansare fiecare cap al tijei atinge cu capetele bobinei polii opuşi ai bateriilor şi atrage capul respectiv al tijei, desfăcînd contactul la celălalt capăt al ei. Mişcarea se repetă continuu pînă la epuizarea bateriilor.

Generator-motor cu disc rotitor. Este cel mai simplu tip de maşină electrică şi poate fi realizată dintr-un disc de cupru şi un magnet permanent. El este bazat pe principiul discului lui Faraday şi se aseamănă ca aspect cu discul contoarelor de energie electrică, rotindu-se pe baza curenţilor turbionari care se produc prin inducţie în masa discului. Rezultatele practice ale acestei experienţe au condus la construirea maşinilor unipolare în care tensiunea electromotoare produsă este numai de ordinul zecilor de volţi în cîmpuri magnetice foarte intense şi viteze, de asemenea, foarte mari. Curenţii pot ajunge la intensităţi de ordinul zecilor de mii de amperi şi de aceea generatoarele unipolare se folosesc în metalurgie, la electroliză etc.

Construcţia acestui model de generator electric este prezentată în figura 52, b. Se compune dintr-un disc cu raza de 10 cm tăiat din tablă de cupru sau zinc groasă de 1 mm şi un magnet.

Axul discului, un ac de tricotat, se conectează la borna galvanometrului descris în figura 51, a. Cealaltă bornă se leagă cu o sîrmă cu al cărui capăt se atinge un punct de pe suprafaţa discului care va fi rotit cu ajutorul manivelei. Se va observa că acul galvanometrului deviază cu atît mai mult cu cît se imprimă discului o turaţie mai mare. Dacă se schimbă sensul de învîrtire al discului se schimbă şi sensul deviaţiei galvanometrului. Această maşină electrică este

reversibilă: dacă se conectează în locul galvanometrului o baterie de 4,5 V ea devine motor. Principal este ca discul să se rotească uşor în lagărele şipcilor de lemn care susţin magnetul.

Motoraş cu ax vertical (fig. 52, c). Pe o placă de lemn se montează un cadru fix (statorul) 2, şi rotorul 3 cu axul 4. Capătul *a* al bobinei este conectat la axul rotorului 3 şi deci şi la cadrul fix 2, iar capătul *b* al bobinei este conectat la cele două lamele ale colectorului 6. Alimentarea micromotorului se face prin cadrul fix 2 şi conductorul colector 7, care arcuieşte pe lamelele colectorului. În repaus, colectorul va sta de-a lungul cadrului 2 şi pentru pornire se va aduce în poziţie perpendiculară pe stator, făcînd contact una din lamelele colectorului cu sîrma prin care se alimentează motoraşul. Lamelele colectorului vor fi din tablă de cupru de 0,2 mm grosime iar sîrma colectoare din oţel (0,2 mm) lungă de 30 mm.

Rotorul se bobinează cu 5 metri de sîrmă de cupru de 0,2 mm diametru, izolată cu email. Între straturi se va izola cu hîrtie subţire. Sensul bobinajului va fi în continuare (serie) ca şi cum bobinajul nu ar fi întrerupt la mijloc. Peste bobinaj se va fixa cu nitrolac. După ce motorul va fi terminat, se leagă la polii unei baterii de 4,5 V şi intră în funcţiune.

Motoraşul simplu, a cărui schiţă este prezentată în figura 53 este format dintr-un electromagnet (stator), un rotor bobinat, două perii de colectare şi un suport pentru rotor. El diferă de motorul din figura 52, a prin faptul că are

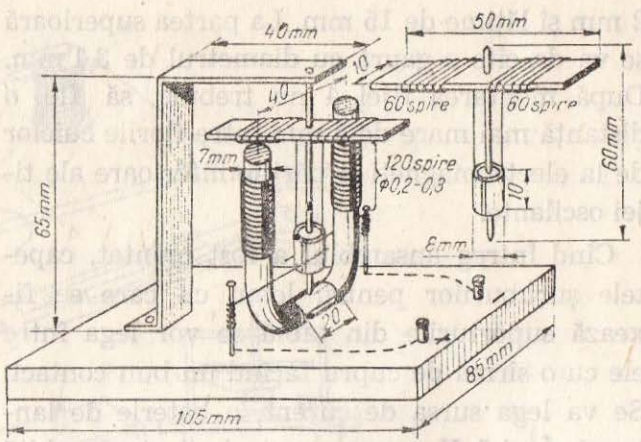


Fig. 53.
Motoraş cu ax vertical simplu.

statorul bobinat pentru a produce un cîmp de inducţie electromagnetică mai puternic, crescînd astfel şi puterea lui. Datele de construcţie figurează pe schiţa de construcţie.

Micromotorul cu bare vertical (fig. 54) este denumit astfel fiindcă electromagneţii care formează statorul sînt plasaţi în poziţie verticală. În principiu, acest motoraş montat pe o placă de lemn (1) cu doi suporţi (2) în lagărele (3) cărora se roteşte axul (4) cu rotorul (5) pe care sînt fixate mai multe bare sau ţevi de fier. Pe ax se află „rotorul", o roată dinţată (7) pe care se fixează „peria" elastică din alamă (8). Sursa de alimentare o constituie o baterie de 4,5 V.

Electromagneţii se bobinează pe mosorele sau carcase de carton în interiorul cărora se introduc cuie de fier, cu diametrul de 5—6 mm şi lungimea de 50—60 mm. Pe fiecare carcasă se vor bobina 200 de spire cu conductor de

cupru de 0,4—0,5 mm izolat cu email sau bumbac, după care electromagneții se vor lipi pe placă.

Rotorul se confecționează tăind un cerc cu diametrul de 50 mm din tablă de fier galvanizată sau cositorită de la o cutie de conserve, cu grosimea de 0,3—0,5 mm. În centrul discului se va da o gaură de 4,1 mm diametru. Pe un alt cerc cu raza de 20 mm se va trasa un exagon regulat în vîrfurile căruia se vor da 6 găuri cu diametrul 5,1—6,1 mm. În orificiul central al discului, se va introduce axul de sîrmă galvanizată de fier, cu diametrul de 4 mm și lungimea de 125 mm sau o bucată de electrod de sudură. Axul se va lipi de rotor cu cositor ca și cele 6 bare cilindrice cu diametrul de 5—6 mm și lungimea de 50 mm. După aceasta axul se introduce prin lagărele suporților care vor avea un diametru de 3—4 mm.

Rotița dințată care ține loc de colector se confecționează din tablă de alamă cu grosimea de 1 mm. Cotele ei sînt date pe schiță, dinții tăindu-se cu foarfeca după care se pilesc. Peria elastică (8) se confecționează tot din tablă de alamă semitare, cu grosimea de 0,2—0,4 mm și lățimea de 5—6 mm. Lungimea ei se determină experimental.

Pentru a da o utilizare motorașului, se poate fixa la capătul axului o elice adecvată, spre a-l folosi ca ventilator sau montînd o roată cu șanț (fulie) mișcarea axului se va putea transmite altui dispozitiv.

Micromotorul din bolduri, dopuri și magnet (fig. 55) este cu adevărat miniatural și poate fi construit „la minut". Partea principală, rotorul, se bobinează cu sîrmă de cupru izolată cu diametrul 0,2—0,3 (circa 60 spire). Indusul poate fi sprijinit pe două bolduri sau pe două lamele prinse cu cuișoare de postament. Periuțele sînt făcute din tablă cositorită sau de alamă. Ele vor atinge „selectorul" format din două bolduri înfipte în dopul de plută. Un rotor și

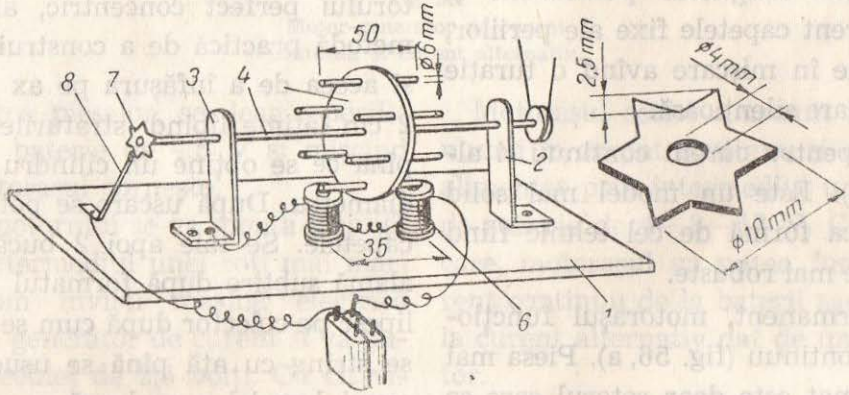


Fig. 54.
Micromotor cu bare de fier.

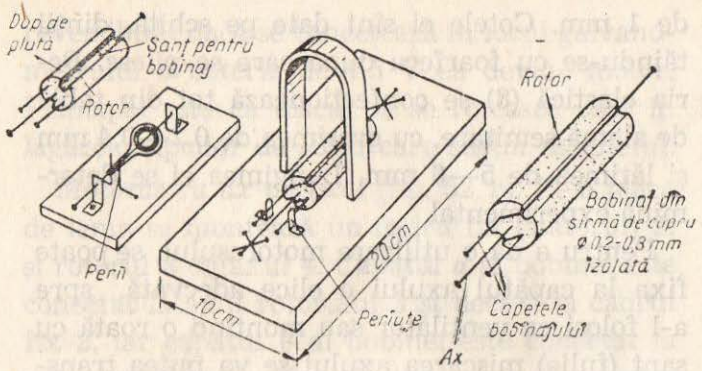


Fig. 55.
Micromotor din bolduri, sîrmă și ... dopuri de plută.

mai simplu poate fi construit bobinînd pe un creion 60 spire, ca o buclă. Scoase apoi, vor fi consolidate prin înfășurarea cu ață de bumbac și lipinol. Ca suport pentru acest nou colector (vezi figura 55) se vor întrebuința două lamele din tablă cositorită, perforate și fixate prin pioneze de postament.

Așezînd deasupra magnetul permanent și alimentînd cu curent capetele fixe ale periilor, motorașul se pune în mișcare avînd o turație mare și o funcționare silențioasă.

Motor bipolar pentru curent continuu și alternativ (fig. 56). Este un model mai solid și mai apropiat ca formă de cel tehnic fiind construit din piese mai robuste.

Cu magnet permanent, motorașul funcționează în curent continuu (fig. 56, a). Piesa mai greu de confecționat este doar rotorul care se compune din trei bucăți de fier moale de 3 mm grosime, lățime 12 mm iar lungimea cu aproximativ 1 mm mai mică decît distanța dintre polii magnetului permanent. Între fierul, adică distanța dintre rotor și stator, cu cît este mai mic, cu atît fluxul magnetic care străbate rotorul este mai puternic. Axul motorului care pătrunde prin mijlocul celor trei piese ale rotorului se face din sîrmă de oțel de 4 mm diametru și lungă de 80 mm.

Bobinajul rotorului se face învelind mai întîi piesa de fier cu o hîrtie și înfășurînd spiră lîngă spiră în continuare, 30 metri de sîrmă de cupru izolată de 0,2—0,3 mm diametru. Se vor unge înfășurările cu șerlac dizolvat în spirt spre a nu se desface spirele în timpul funcționării motorașului.

Colectorul, avînd diametrul de 12 mm, se confecționează din lemn peste care se pun cele două lamele de care se ating pernițele de alamă. Trebuie acordată atenție la găurirea colectorului perfect concentric, altfel va bate. O metodă practică de a construi un colector este și aceea de a înfășura pe ax fîșii de hîrtie de 2 cm lățime lipind straturile între ele strîns pînă ce se obține un cilindru de circa 12 mm diametru. După uscare se potrivesc cu o lamă capetele. Se taie apoi 2 bucăți de tablă de alamă subțire după formatul unei lopățele. Se lipesc pe colector după cum se vede pe schiță și se strîng cu ață pînă se usucă bine, apoi de capul lamelelor se leagă capetele bobinajului rotorului.

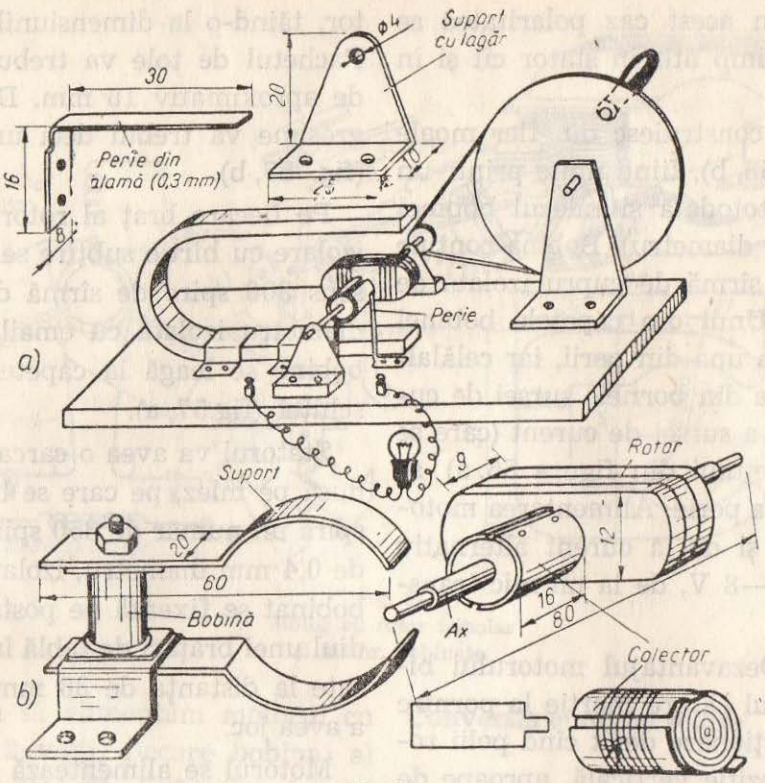


Fig. 56.
Motor-generator de curent continuu și curent alternativ.

După asamblarea pieselor, se leagă periile motorașului la o baterie de 4,5 V și mișcînd puțin rotorul, motorașul pornește.

Dacă pe axul motorului se va monta o rotiță cu șanț și prin intermediul unei roți mai mari cu manivelă vom învîrti mașina electrică aceasta va deveni generator de curent și va putea aprinde un beculeț de 2,5 volți. Cu cît viteza dinamului va fi mai mare cu atît va crește și tensiunea curentului produs.

Motorașul astfel construit funcționează însă numai în curent continuu și deci n-ar putea fi alimentat prin intermediul unui transformator de sonerie de 4—8—12 V. Cu o mică modificare, motorașul va putea funcționa fie la curent continuu de la baterii sau acumulatori, fie la curent alternativ dat de un mic transformator.

Pentru aceasta se va înlocui statorul din magnet permanent cu un mic electromagnet

bobinat, deoarece în acest caz polaritatea se schimbă în același timp atît în stator cît și în rotor.

Piesele polare se construiesc din fier moale gros de 1 mm (fig. 56, b), fiind unite printr-un șurub care devine totodată și miezul bobinei statorului (5—6 mm diametru). Bobina conține 250—300 spire din sîrmă de cupru izolată de 0,3 mm diametru. Unul din capetele bobinei statorului se leagă la una din perii, iar celălalt capăt se leagă la una din bornele sursei de curent. Cealaltă bornă a sursei de curent (care se pune în locul beculețului din figura 56, a) se leagă la cea de a doua perie. Alimentarea motorului se poate face și de la curent alternativ sub o tensiune de 4—8 V, de la un mic transformator de sonerie.

Motor tripolar. Dezavantajul motorului bipolar constă în faptul că are inerție la pornire și nu începe să funcționeze decît cînd polii rotorului se află în poziție verticală, aproape de polii magnetului permanent.

Motorul a cărui construcție va fi descrisă mai departe nu numai că pornește singur, dar dezvoltă și o putere mai mare, atît ca generator cît și ca motor. Schema lui de principiu este prezentată în figura 57, a.

Principalele părți ale motorului sînt: rotorul cu trei brațe bobinat, statorul — un electromagnet, colectorul cu trei lamele și două perii.

Rotorul și statorul se confecționează din tablă specială silicioasă de tole de transformator, tăind-o la dimensiunile indicate în figură. Pachetul de tole va trebui să aibă o grosime de aproximativ 16 mm. Dacă tabla are 1 mm grosime va trebui deci un număr de 16 tole (fig. 57, b).

Pe fiecare braț al rotorului, după lăcuire și izolare cu hîrtie subțire se bobinează în același sens 300 spire de sîrmă de cupru de 0,3 mm diametru izolată cu email. Capetele celor trei bobine se leagă la capetele bornelor conform schiței (fig.57, a).

Statorul va avea o carcasă decupată și introdusă pe miez, pe care se bobinează spiră lîngă spiră un număr de 350 spire de sîrmă de cupru de 0,4 mm diametru, izolată cu email. Statorul bobinat se fixează pe postament prin intermediul unei brățări de tablă între două lagăre plasate la distanța de 38 mm unul de altul, fără a avea joc.

Motorul se alimentează de la o sursă de curent alternativ cu 24 de volți la care dezvoltă o putere de circa 250 wați, ceea ce îl face apt pentru antrenarea unor mecanisme de dimensiuni relativ mici.

În locul periilor de tablă de alamă se pot pune cărbuni de la bateriile uzate, care se presează cu resorturi de lamelele colectorului. Se va da atenție la poziția în care se fixează colectorul față de cei trei poli ai rotorului: fiecare lamelă va fi în dreptul polului respectiv, iar lamelele nu trebuie în nici un caz să se atingă între ele.

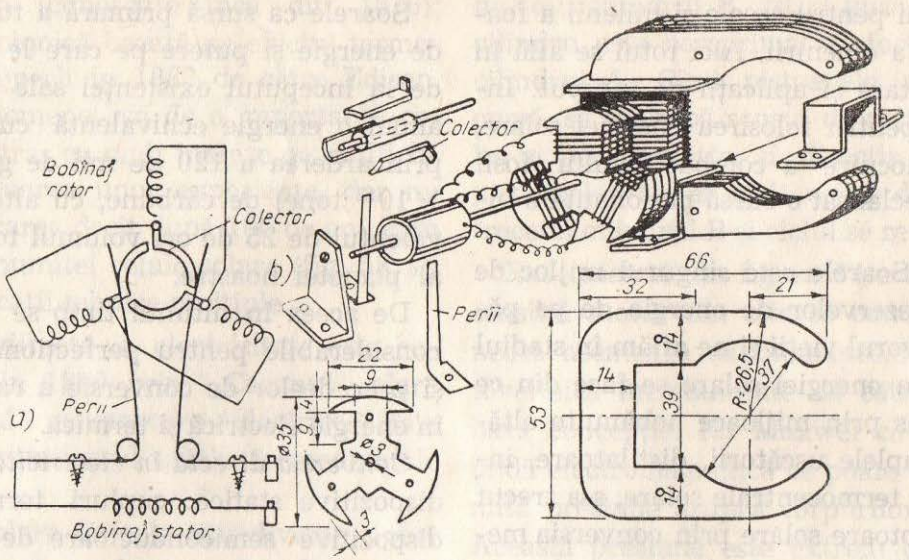


Fig. 57.
Motor cu rotor tripolar
și stator, bobinate.

În cazul că vrem să alimentăm motorul cu o tensiune de 6—12 volți, fiecare bobinaj al rotorului va avea numai cîte 250 spire, iar cel al statorului 300 spire din sîrmele indicate pentru alimentarea cu 24 volți. Motorul poate fi alimentat atît în curent continuu cît și alternativ.

Motorașele descrise pînă aici nu prezintă un grad de dificultate prea ridicat în construirea lor și cu ingeniozitatea tinerilor amatori pot fi perfecționate și utilizate în diverse scopuri pentru un mic polizor, la acționarea unor mecanisme de jucării, iar în cazul reversibilității lor la producerea curentului electric folosind motoare hidraulice, eoliene sau termice.

Conversia energiei solare

Pentru încheierea lucrării de față s-ar părea că titlul de mai sus nu are nici o legătură cu un studiu asupra energiei și a transformării ei cu ajutorul motoarelor. Dar se întîlnește tot mai des în literatura de specialitate denumirea de „motoare solare". Există ele într-adevăr? Răspunsul este afirmativ, astfel încît autorul n-a rezistat tentației de a face o scurtă oprire asupra lor.

Încercăm să păşim cu mare atenție într-un domeniu vechi și totuși foarte actual: helioenergetica. Un domeniu care deschide posibili-

tatea satisfacerii pentru secole şi milenii a foamei de energie a omenirii. Aici totul se află în stadiu de cercetare şi aplicaţii de început. Interesul de azi pentru folosirea energiei solare, ca sursă de înlocuire a combustibilului fosil tradiţional, a declanşat o cursă pasionantă a inventivităţii.

Deocamdată Soarele este singurul mijloc de completare a rezervelor de energie de pe pământ. El este izvorul vieţii şi ne aflăm în stadiul în care captarea energiei solare se face din ce în ce mai intens prin mijloace nebănuite altădată. De la simplele uscătorii, distilatoare, instalaţii termice, termocentrale solare, s-a trecut la adevărate motoare solare prin conversia mecanică şi chimică a energiei solare.

Soarele ca sursă primară a tuturor formelor de energie şi putere pe care le cunoaşte omul de la începutul existenţei sale oferă gratuit anual o energie echivalentă cu cea obţinută prin arderea a 120 de mii de gigatone ($120 \times \times 10^{12}$ tone) de cărbune, cu alte cuvinte echivalentul de 25 de ori volumul total de cărbune al planetei noastre.

De aceea în ultimul timp se depun eforturi considerabile pentru perfecţionarea metodelor şi procedeelor de conversie a radiaţiilor solare în energie electrică şi termică.

Conversia directă în electricitate se face prin dispozitive statice: cupluri termoelectrice cu dispozitive semiconductoare de germaniu sau siliciu; celule solare sau pile foto — voltaice cu

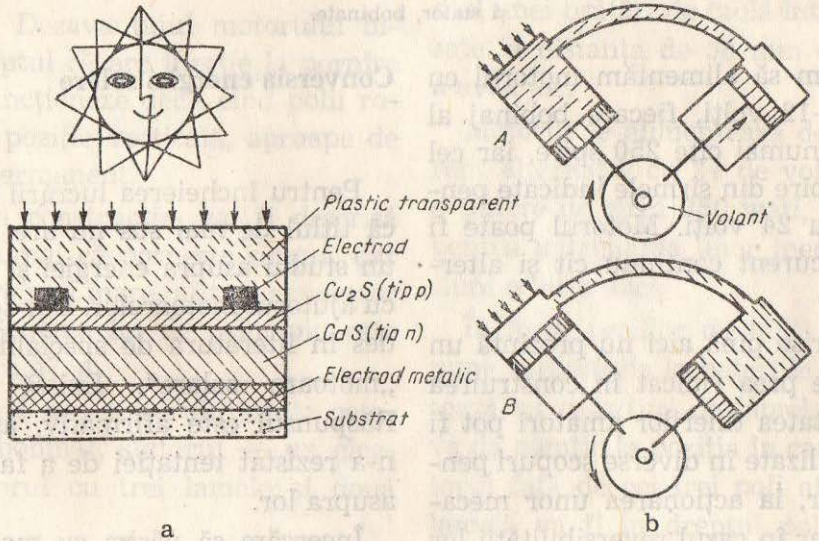


Fig. 58.
Celulă fotovoltaică cu sulfură de cadmiu (a) şi motor solar Stirling (b).

semiconductoare (cunoscute încă din 1876); conversia termoionică bazată pe efectul termoelectronic descoperit în 1883 de către Edison.

Iată cum fenomene, azi de o importanță covîrșitoare, au atras cu mult înainte pe mulți fizicieni la efectuarea unor experiențe, dar nu și-au găsit aplicarea decît după 100 de ani, cum este cazul așa-numitei celule solare (fig. 58, a). Acestea au aplicații tehnice multiple.

Conversia indirectă în electricitate este cunoscută încă din 1860 prin „Cazanul solar" care acționează generatoare electrice. Este vorba de multcunoscutul „ciclu termodinamic clasic".

Instalațiile solare de cele mai diverse tipuri și utilizări au un randament destul de mic, de circa 14%, datorită pierderilor de căldură pe diferite căi.

O atenție deosebită se acordă în prezent unei mașini termice folosite pentru conversia energiei solare denumită „motorul Stirling" (fig. 58, b). Este de tipul motoarelor cu aer cald, despre care s-a vorbit în capitolul IV.

Motorul Stirling este construit din doi cilindri legați între ei, astfel încît să asigure circulația aerului. Unul din cilindri primește căldura de la un concentrator solar, celălalt este răcit. În fiecare cilindru se mișcă alternativ cîte un piston legat la același volant comun. Cînd aerul din cilindrul A se încălzește, prin dilatare împinge pistonul și transmite mișcarea volantului care se rotește în sensul acelor de ceasornic. Prin rotire, volantul deplasează pistonul din cilindrul B, astfel încît aerul din acest cilindru este comprimat și forțat să intre în cilindrul A. Cînd pistoanele ating capul de cursă, se schimbă sensul de rotație al volantului și prin aceasta și direcția de mișcare a pistoanelor astfel încît aerul din cilindrul A trece în cilindrul B și ciclul se repetă.

Radiometrul din figura 59 este poate cel mai sensibil motor din cîte se cunosc. El funcționează asemenea exponometrelor cu celulă fotovoltaică întrebuințate de către fotografi, pe baza concepției lui Maxwel că lumina este o undă electromagnetică ce poate exercita o anumită presiune asupra corpurilor pe care cade. Această presiune este extrem de mică chiar pentru iluminările maxime care se pot obține folosind razele soarelui. Ea poate fi totuși măsurată.

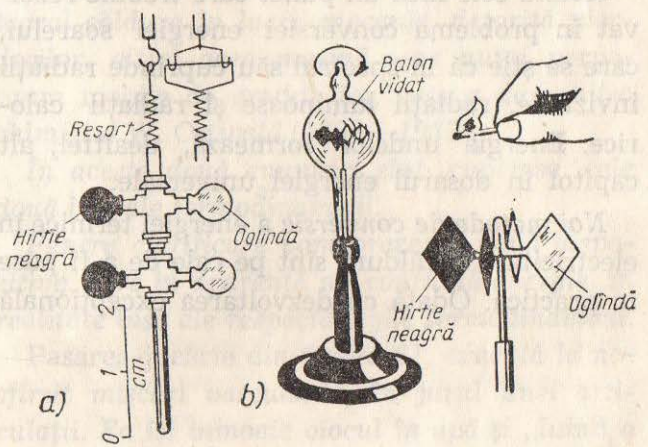


Fig. 59.
Radiometre pentru demonstrarea presiunii luminii.

Confecționînd o piesă de forma celei din figura 59, a, din carton și lipind două oglinjoare subțiri sau bucăți de staniol pe brațele din dreapta în timp ce brațele din stînga sînt acoperite cu hîrtie neagră, atunci cînd se îndreaptă un fascicol luminos asupra oglinjoarelor se observă o deviație a întregii piese. Se menționează că aparatul este suspendat de un suport ușor printr-un resort și introdus într-un balon din care s-a scos aerul.

În figura 59, b, un model perfecționat de „motoraș solar" direct, fără sistem de transmisie, cum au alte motoare. El are patru palete și funcționează la lumina unui chibrit aprins. Experiența se poate face plasînd radiometrul sub un borcan de sticlă spre a nu fi influențat de curenții de aer, în cazul în care nu se poate face vid în balonul de sticlă.

Acesta este încă un punct care trebuie rezolvat în problema conversiei energiei soarelui, care se știe că în spectrul său cuprinde radiații invizibile, radiații luminoase și radiații calorice. Energia undelor formează, dealtfel, alt capitol în dosarul energiei universale.

Noi metode de conversie a energiei termice în electricitate și căldură sînt pe cale de a fi puse în practică. Odată cu dezvoltarea excepțională

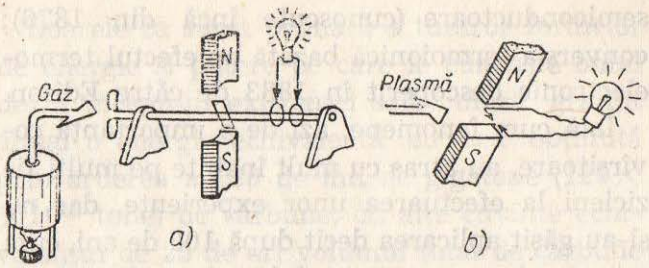


Fig. 60.
Cicluri magnetohidrodinamice (M H D).

a semiconductorilor și a magnetohidrodinamicei randamentul de transformare a energiei termice în energie electrică va crește mult, pînă în jurul valorii de 90%.

Ciclurile magnetohidrodinamice (MHD) sînt interesante prin complexul de metode, tehnici și instalații lipsite de piese în mișcare. Un generator MHD este un dispozitiv care transformă energia termică a unui amestec fierbinte sau rece de particule ionizate și electroni (plasma) și chiar a metalului topit în energie electrică.

În figura 60 sînt redate schițele a două generatoare cu gaze: a — turbina cu gaze mecanică și b — turbina cu gaze electrică utilizînd plasma sau un gaz conductor de electricitate și un cîmp magnetic.

IN LOC DE ÎNCHEIERE

Ajunşi la sfîrşitul lucrării, constatăm că bătălia cuceririi energiei se poartă pe de o parte de către oamenii de ştiinţă şi inginerii care caută un randament optim pentru folosirea actualelor surse de energie, iar pe de altă parte se urmăreşte descoperirea de noi surse de energie. În carte ne-am ocupat îndeosebi de prima latură: creşterea raportului dintre lucrul mecanic produs şi energia cheltuită pentru producerea lui prin creşterea randamentului, care se ştie că totdeauna este subunitar.

Căutarea unei soluţii în care randamentul să fie egal sau mai mare ca unitatea, este echivalentă cu crearea unui motor care să producă lucru mecanic fără a consuma combustibil sau vreun alt fel de energie. Acest motor miraculos denumit „perpetuum mobile" ar urma ca odată pus în mişcare să lucreze la infinit, fără să necesite forţă motrice exterioară, ca presiunea aburului, forţa vîntului, a căderilor de apă etc.

Principiul conservării energiei stabileşte, cum am mai arătat la început, că energia nu poate fi nici distrusă, nici creată, ci numai transformată dintr-o formă într-alta. Dacă o maşină ar produce în mod continuu un lucru mecanic fără să consume o cantitate echivalentă de altă energie sau invers, acea maşină ar constitui un perpetuum mobile de speţa întîi *ceea ce se înţelege că este o himeră.*

Este imposibil să se realizeze o maşină care să producă lucru mecanic absorbind căldură de la un singur izvor de căldură. E necesară o cădere de temperatură de la un corp cald la unul rece pentru a produce lucru mecanic. De asemenea este imposibil ca să se transforme integral căldura în lucru mecanic, datorită pierderilor, altfel acea maşină s-ar numi perpetuum mobile de gradul doi, *cum a denumit-o chimistul W. Ostwald (1853—1932).*

În aceste două enunţuri sînt cuprinse cele două legi ale termodinamicii.

Pentru clarificare vom prezenta două dispozitive, care în aparenţă nu consumă energie, în realitate însă ele respectă legile termodinamicii.

Pasărea-jucărie *din figura 61, execută la nesfîrşit mişcări basculante, în jurul unei articulaţii. Ea îşi înmoaie ciocul în apă şi „luînd o înghiţitură" revine în poziţie verticală unde, după ce rămîne puţin în această poziţie, se înclină din nou şi repetă mişcările. Iată, un re-*

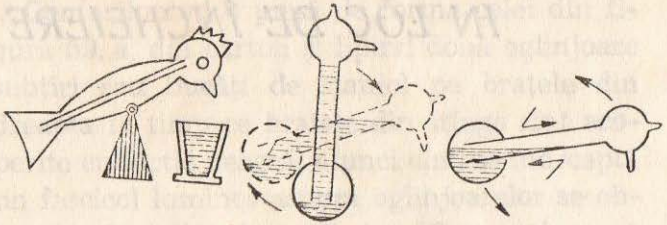


Fig. 61.
Secretul de construcție
al păsării care „bea apă".

prezentant tipic de motor gratuit vor zice „Perpetuum — mobiliștii". Este adevărat că jucăria nu are arcuri, rotițe sau alte mecanisme și totuși se mișcă ritmic. De ce? Nu cumva este un perpetuum mobile de speța a doua? Răspunsul este negativ. Pasărea-jucărie funcționează ca un motor termic cu două surse de căldură. Numai că existența acestor două surse de căldură nu este evidentă la prima vedere.

Pasărea are în interiorul ei două vase: unul la cap și altul, mai mare și mai greu în coadă: aceste vase sînt unite între ele printr-un tub. În interiorul lor se află un lichid care se vaporizează ușor la temperatura ambiantă. Deci o parte din vase conține lichid volatil (eter sau freon) iar în rest vaporii lichidului respectiv.

Cînd pasărea se află în poziție verticală se pot distinge două regiuni ale vaporilor de eter: cea din tub și cap și cea din balonul de jos. Capul păsării, alcătuit dintr-un material poros se îmbibă ușor cînd este udat cu apă rece avînd temperatura mai scăzută decît cea a mediului înconjurător.

Evaporarea intensă a apei este însoțită de scăderea temperaturii capului păsării față de temperatura tubului și cea a rezervorului de jos. Se produce astfel o reducere a presiunii vaporilor saturați din balonașul de sus și lichidul este împins de presiunea mai mare a vaporilor aflați în partea de jos a jucăriei. Centrul de greutate se deplasează și pasărea ia poziția orizontală. În această poziție se petrec două procese, independente unul de altul: mai întîi pasărea își înmoaie ciocul în vasul cu apă și odată cu el capul confecționat din material poros, apoi are loc amestecarea vaporilor saturați din partea de jos și din cea de sus, presiunea se egalizează printr-o slabă creștere a temperaturii vaporilor și sub acțiunea propriei lui greutăți, lichidul din tub se va scurge în rezervorul de jos, pasărea luînd iarăși poziția verticală.

Jucăria va funcționa atîta timp cît îi va fi umezit capul cu condiția de a se afla într-un mediu uscat. Cu alte cuvinte, căldura mediului înconjurător este sursa de energie care „animează" jucăria. Acest mecanism constituie un motor gratuit care funcționează pe baza celor două surse de energie ce au temperaturi diferite: apa din pahar și materialul ciocului păsării cu o temperatură ceva mai mică decît a apei din pahar, datorită evaporării apei de pe el. Diferența de temperatură este foarte mică, dar ea există și se poate petrece schimbarea succesivă de căldură.

Iată așadar, principiul funcționării mașinilor aplicat și la jucăria descrisă. Deci mașinile pot

funcţiona numai în cazul cînd în mediul înconjurător au loc schimbări de energie: apa care alimentează o hidrocentrală coboară, adică energia ei potenţială scade; viteza aerului scade, prin învîrtirea aripilor unei mori de vînt, deci energia lui cinetică scade; în focarul unei locomotive se arde combustibil, adică energia chimică a sistemului combustibil-oxigen scade etc.

Principiul conservării energiei se respectă: energia nu poate fi nici creată, nici distrusă, ci doar transformată dintr-o formă în alta. Este cazul vizibil al energiei soarelui fără de care viaţa de planeta noastră ar fi imposibilă. Lanţul transformărilor: radiaţii solare, plante, animale, combustibili, aer, apă sînt numai cîteva din formele acestei energii.

Motorul solar *prezentat în figura 62, a este încă o dovadă de conversie indirectă a energiei solare în lucru mecanic prin intermediul căldurii.*

Construcţia cu aspect de jucărie, dacă se realizează la dimensiuni mai mari, poate produce un lucru mecanic util: acţionează pompe de apă, gatere, mori mici, dinamuri etc.

Motorul se compune din 4 incinte metalice de formă sferică sau cilindrică legate rigid prin bare de metal cornier (aluminiu) în unghi drept. Axul din mijloc sprijină printr-o şaibă întreaga morişcă. Fiecare sferă este legată de cea opusă printr-o ţeavă metalică prelungită mult în interior. Lichidul din interiorul sistemului care constituie „rotorul" motorului poate fi eter sau

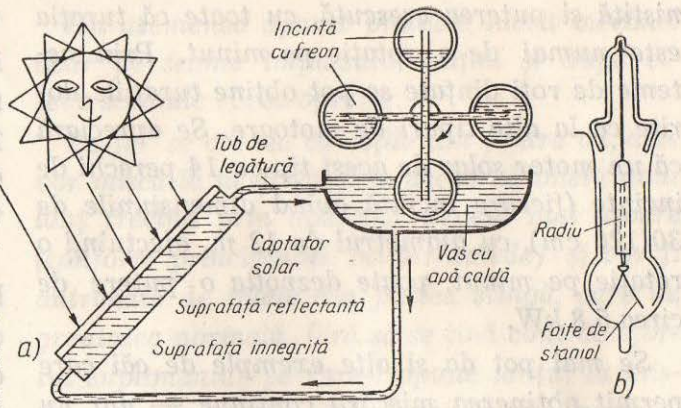


Fig. 62.
Motor solar de conversie
a energiei termice (a) şi ceasornic cu radiu (b).

freon deoarece are temperatura de fierbere scăzută (—30°C). Cu el se umple cîte o incintă din una din perechi iar din incintele opuse se scoate aerul. La început lichidul se adună în vasul cel mai coborît care este scufundat în apa încălzită de razele solare în vasul ce se află în legătură cu un captator solar. Căldura absorbită de la apă sau direct de la un reflector solar de către incinte vaporizează lichidul şi împinge vaporii formaţi pe tubul de legătură în sus, unde se condensează şi cad în partea de jos a incintei. Datorită gravitaţiei, incinta de sus devenind mai grea, începe să se deplaseze în jos, iar cea uşoară se ridică, ieşind din apă. Procesul se repetă atîta timp cît apa va avea o temperatură potrivită deoarece fiecare pereche îşi mută lichidul dintr-o incintă în alta.

Motorul poate fi construit şi cu mai multe perechi de braţe, mişcarea fiind atunci mai li-

nistită și puterea crescută, cu toate că turația este numai de o rotație pe minut. Prin sisteme de roți dințate se pot obține turațiile dorite ca la alte tipuri de motoare. Se apreciază că un motor solar de acest tip cu 14 perechi de incinte (fiecare incintă avînd dimensiunile de 30/120 cm), cu diametrul de 12 m, efectuînd o rotație pe minut, poate dezvolta o putere de circa 5,8 kW.

Se mai pot da și alte exemple de căi care permit obținerea mișcării continue — dar nu perpetue — folosind rațional unele izvoare naturale de energie.

Ceasornicul cu radiu *poate funcționa și el sute de ani, fără să fie însă un „perpetuum mobile". După cum se știe, radiul emite radiații încărcate cu electricitate negativă, el rămînînd încărcat pozitiv (fig. 62, b).*

Dacă într-un balon mic de sticlă s-a făcut vid și se introduce un grăunte de radiu și un electroscop, acumularea electricității negative face ca foițele electroscopului să se respingă și să se îndrepte spre grăuntele de radiu încărcat pozitiv. Cînd ele ating eprubeta cu radiu, sarcina lor se descarcă și foițele revin la poziția inițială. La fiecare trei minute, foițele electroscopului se mișcă cu precizia unui cronometru.

Acest dispozitiv nu este o mașină cu mișcare perpetuă, pentru că nu creează energie, ci folosește energia radiului.

Ceasornicele automate, *care sînt acționate de variațiile de temperatură sau presiune ale atmosferei constituie alte exemple că la baza funcționării fiecărei mașini se cheltuiește energie. Sub influența variațiilor de temperatură se produc dilatarea și contractarea unor arcuri ce acționează astfel asupra mecanismului de remontare a ceasornicului respectiv.*

Cînd pendula este „întoarsă", poate funcționa luni de zile „automat" dar nu perpetuu. Principiul conservării energiei se afirmă și în acest caz: crearea energiei din nimic, ca și distrugerea energiei sînt imposibile. Oricîte revizuiri și frămîntări a cunoscut fizica în ultimii ani, acest principiu a rămas neatins.

Exemple de prepetuum mobile

Ținînd seama de acest adevăr evident, pot fi prezentate în încheiere, ca amuzament, cîteva idei de mecanisme simple sau sofisticate care ar fi urmat să schimbe fața lumii dacă . . . ar fi și funcționat. Majoritatea acestor năstrușnice „invenții" se referă la realizarea unui perpetuum mobile plecînd de la exploatarea mașinilor simple ca: pîrghia, planul înclinat, scripetele etc., care permit amplificarea forței, dar nu și amplificarea lucrului mecanic.

Alte speculații pleacă de la fenomenul capilarității și presupune că prin tubul capilar se va urca apa din vas care va acționa o morișcă

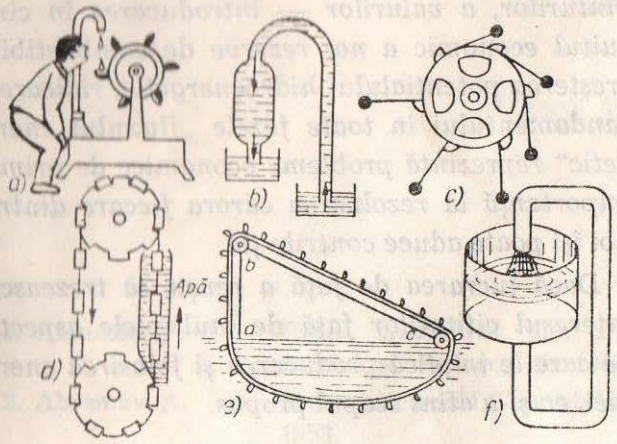


Fig. 63.
Proiecte himerice de perpetuum mobile.

de apă (fig. 63, a), ca fitilul de la lampa cu gaz. Este o mişcare liniştită, fără combustibil, dar „lipseşte cu desăvîrşire" deoarece adeziunea lichidului la pereţii tubului va opri efectul de capilaritate.

S-a mai preconizat un perpetuum mobile bazat pe proprietăţile sifonului. După cum se ştie, în sifonul cu braţe inegale, echilibrul lichidului este imposibil: în cazul figurii 63, b se va produce trecerea lichidului din vasul superior în cel inferior — niciodată invers.

În figura 63, c este desenată o roată pe care nişte bare articulate avînd bile la capete „ar trebui" să mişte roata deoarece bilele din partea stîngă produc în raport cu axul roţii un moment de rotaţie mai mare decît bilele din partea dreaptă.

Un asemenea aparat produce lucru mecanic doar pe seama impulsului iniţial şi după cîteva secunde . . . se opreşte.

La fel se credea că roţile din figura 63, d se vor mişca la nesfîrşit prin aceea că bilele unui lanţ trecînd prin apă vor deveni mai uşoare (conform principiului lui Arhimede) şi vor fi antrenate de bilele din partea stîngă, care au greutatea normală, fără să se ţină cont de efortul suplimentar pe care-l opune lanţul la mişcarea lui prin apă, fără a mai aminti frecarea.

O combinaţie a planului înclinat cu scripeţii şi aşezat pe principiul lui Arhimede a imaginat un alt inventator (fig. 63, e). Pe acest plan poate rula o bandă spongioasă peste care este aplicat un lanţ format din segmente grele articulate. Datorită forţelor capilare, apa trebuia să se urce în banda buretoasă numai în ramura ab, *deoarece capilarele din ramura* bc *sînt apăsate de lanţ şi ar rezulta mişcarea. Dar . . . n-a fost să fie aşa!*

Chiar cunoscutul Denis Papin a expus în 1685 unul din cele mai naive perpetuum mobile, cum că apa din pahar (fig. 63, f) fiind mai grea va împinge apa din tub în sus, silind-o să se verse din nou în pahar, ceea ce nu se confirmă.

Ne oprim aici cu exemplele de perpetuum mobile, mai simple sau mai complicate, mecanice, magnetice, gravitaţionale cu bile, scripeţi etc. deoarece nu se poate crea energie din nimic.

Asemenea aparate nu pot rezolva însă problemele cu care se confruntă astăzi omenirea în planul producției și consumului de energie. Perspectiva epuizării într-un viitor mai apropiat sau mai îndepărtat a resurselor naturale neregenerabile, mai ales a hidrocarburilor, care ocupă primul loc printre sursele de energie, impune cu stringență economisirea energiei în cadrul tuturor programelor energetice.

Și în țara noastră, punerea în valoare a surselor noi de energie — geotermică, solară, a vînturilor, a valurilor — introducerea în circuitul economic a noi rezerve de combustibil, creșterea potențialului hidroenergetic, ridicarea randamentului în toate fazele „fluxului energetic" reprezintă probleme economice de primă importanță la rezolvarea cărora fiecare dintre noi își poate aduce contribuția.

Dacă lucrarea de față a reușit să trezească interesul cititorilor față de multiplele aspecte pe care le implică producerea și folosirea energiei, ea și-a atins scopul propus.

BIBLIOTECA JUD.
MEHEDINȚI
Filiala Dunărea

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

folosită la elaborarea lucrării, pe care o recomandăm spre consultare cititorilor

1. Atanasiu, V. — Fizica distractivă. Ed. Didactică și Pedagogică, 1964.
2. Abramov, A. — Zece modele. Ed. Tineretului, 1953.
3. Atanasiu, V. — Fizică recreativă. Ed. Didactică și Pedagogică, 1970.
4. Atanasiu, M. — Construcții și experiențe de fizică. Ed. Tineretului, 1969.
5. Băneanu, Al. — Secretul inventatorilor. Ed. Tineretului, 1957.
6. Bină, O. ș.a. — Lucrări practice de fizică. Ed. Didactică și Pedagogică, 1963.
7. Bostan, O. ș.a. — Legarea teoriei de practică în studiul fizicii și chimiei. Ed. Didactică și Pedagogică, 1958.
8. Codăuș, D. — Cercul de radiotehnică. Ed. Albatros, 1976.
9. Constantinescu, P. — Motorul termic și turbina. Ed. Tineretului, 1968.
10. Gheorghe, N., Marin, E. — Cucerirea energiei. Ed. Tineretului, 1967.
11. Folescu, G. — Helios, încotro? Ed. Ion Creangă, 1978.
12. Hangea, N., Stănescu, N. — Fizica. Ed. Didactică și Pedagogică, 1970.
13. Moraru, D., Popescu, C. — Generatoare solare. Ed. Științifică și enciclopedică, 1978.
14. Manolescu, D. — Tot felul de motoraşe. Ed. Tineretului, 1964.
15. Macoveanu, L. — Prietenul meu electronul. Ed. Ion Creangă, 1975.
16. Niculescu, Șt. — Construcții pentru amatori. Ed. Tineretului, 1963.
17. Naumescu, M., ș.a. — Cercul nostru de fizică. Ed. Tineretului, 1951.
18. Neș, T., Negulescu, A. — Confecționarea materialului didactic cu mijloace proprii, vol. I și II. Ed. Didactică și Pedagogică, 1963.
19. Patraș, N. — Alimentarea aparaturii radio de mică putere. Ed. Tehnică, 1962.
20. Perelman, Ia. — Fizica distractivă. Ed. Tineretului, 1967.
21. Popescu, Șt. — Noțiuni de electrotehnică. și electronică. Ed. Didactică și Pedagogică, 1976.

22. Popescu, I. Turcu, E. Energia, încotro? Ed. Scrisul Românesc, 1978.

23. Rihter, B. Construiţi aparate pentru experienţe de fizică. Ed. Tineretului, 1953.

24. Rado, Gh. Să construim un motor electric. Ed. Tineretului, 1953.

25. Stănciulescu, Gh. Experienţe de electricitate. Ed. Albatros, 1972.

26. Vodă, E., Vodă, C. Construiţi şi experimentaţi. Ed. Tineretului, 1969.

27. Seibt, W. Tot felul de motoare. Ed. Gorjan, 1946.

28. Seibt, W. Cum să construim un motor electroeolian, Ed. Tehnică, 1952.

29. Seibt. W. Îndreptar pentru electrificarea satelor. Ed. Tehnică, 1951.

BIBLIOTECA JUD. MEHEDINŢI
Filiala Dunărea

CUPRINS

Cuvînt înainte 5

Capitolul I — Energie = progres 7
Ce este energia? 7
Diferite forme de energie 17

Capitolul II — Atelierul constructorului amator . . 25
Uneltele necesare 25
Cîteva operaţii de bază 27
Cleiuri şi lacuri de vopsit 30
Lipirea 31
Principalele reguli ale meseriei 35

Capitolul III — Mecanisme de transmisie 36
Regula de aur a mecanicii 36
Transmisia mişcărilor de rotaţie 38

Capitolul IV — Construiţi micromotoare 44
Motoare cu elemente elastice 44
Motoare cu arc 47
Motoare cu greutăţi 48
Motoare cu aer cald 50
Motoare hidraulice 55
Motoare eoliene 62
Instalaţia electrică 73
Motoare termice 74

Motoare cu combustie externă 76
Ce este o uzină termoelectrică? 78
Motoare cu combustie internă 79
Motoare cu reacție 79

Capitolul V — Micromotoare electrice 82
Conversia energiei solare 91

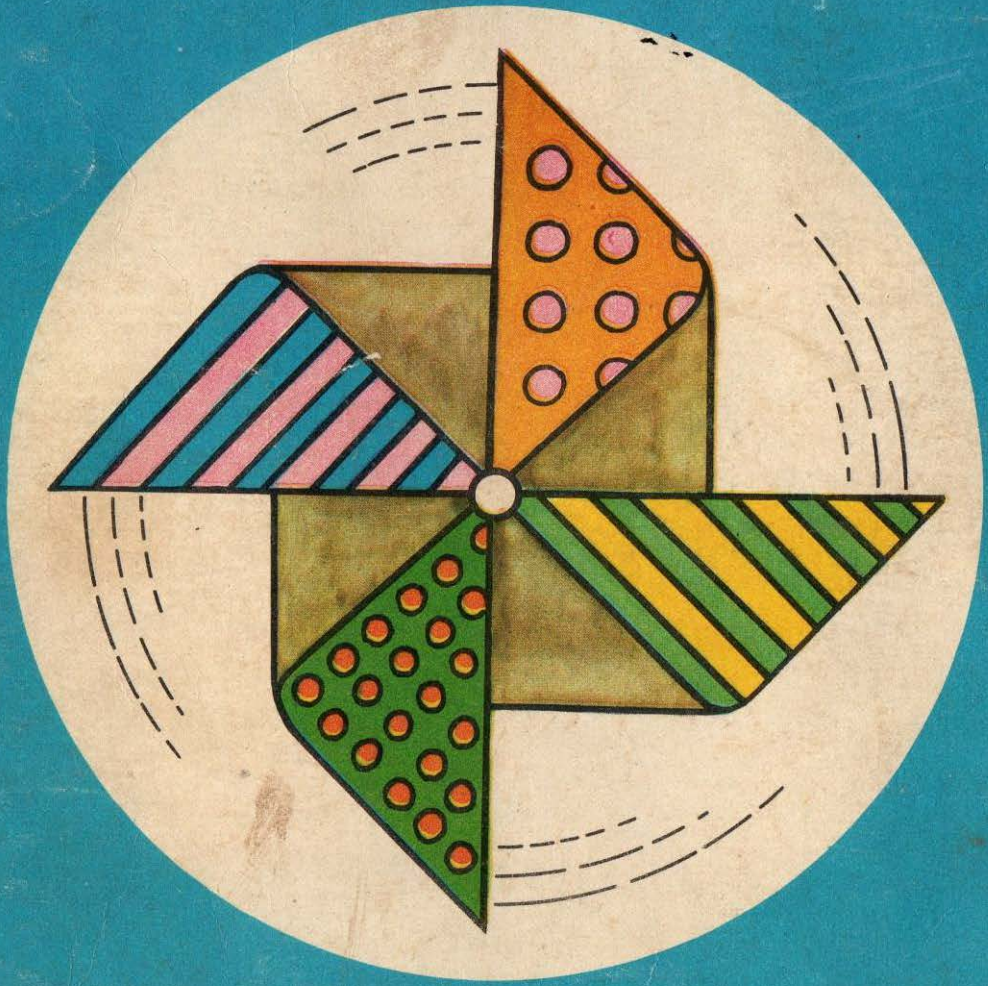
În loc de încheiere 95

Lector: MIHAI CAZIMIR
Tehnoredactor: ȘTEFANIA MIHAI

Bun de tipar: 31. X. 1980. Apărut: 1980.
Coli de tipar: 8,66.

Tiparul executat sub comanda nr. 528/80, la Întreprinderea Poligrafică „Crișana", Oradea str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

75



Lei 4,75